Anno II - Luglio 1958 - Sped. in abbon. postale - Gruppo III

alta fedeltà

NUMERO

LIRE 250

RADIO

HI - FI

GAMMA DI MODELLI E DI QUALITA'

Direzione, Redazione,
Amministrazione
VIA SENATO, 28
MILANO
Tel. 70.29.08/79.82.30
C.C.P. 3/24227

sommario al n. 7 di alta fedeltà

pubblicazione mensile

Direttore tecnico: dott. ing. Antonio Nicolich

Impaginatore: Oreste Pellegri

Direttore responsabile: Alfonso Giovene

Un fascicolo separato costa L. 250; abbonamento annuo L. 2500 più 50 (2% imposta generale sull'entrata); estero L. 5000 più 100.
Per ogni cambiamento di indirizzo inviare L. 50, anche in francobolli.
La riproduzione di articoli e disegni da noi pubblicati è permessa solo citando la fonte.
I manoscritti non si restituiscono per alcun motivo anche se non pubblicati.
La responsabilità tecnico-scientifica di tutti i lavori firmati spetta ai rispettivi autori,
le opinioni e le teorie dei quali non impegnano la Direzione

Autorizz. del Tribunale di Milano N. 4231 - Tip. TET - Via De Sanctis, 61 - Milano

Sic nos non nobis

Ci siamo chiesti perchè mai nella maggioranza dei casi i tecnici dei grandi laboratori delle industrie radio più quotate, tecnici specializzatissimi nella progettazione e realizzazione di complessi ad alta fedeltà, possiedono radiogrammofoni modestissimi o non ne possiedono affatto. E' per lo meno strano che un individuo che dedica tutta la sua attività allo studio ed al perfezionamento di apparati per la riproduzione del suono, si accontenti di un riproduttore fra il quale e quelli che egli è capace di costruire, intercede la differenza dalla notte al giorno. Diverse risposte sembrano spiegare il fenomeno: 1°) il tecnico non dispone dei mezzi economici occorrenti per acquistare, sia pure con lo sconto che le ditte accordano ai dipendenti, un complesso da lui progettato e che viene fabbricato in serie. 2°) Il tecnico non è un appassionato di musica; egli studia la bassa frequenza perchè quello è il suo lavoro ed egli adempie col massimo scrupolo il suo dovere e trova la sua soddisfazione nell'opera bella in sè e per sè, come un buon padre che è perfettamente pago di ammirare in segreto il proprio figliolo che ha una buona riuscita nella vita, nulla gli chiede e gioisce di vederlo trionfare. 3°) Un lodevole altruismo sprona il tecnico a dare ad altri il meglio che egli può produrre per procurare loro ore liete e godimenti intellettuali, principio che sta alla base di ogni manifestazione artistica. 4°) Il tecnico vive 8 o più ore del giorno fra gli altoparlanti che lo soverchiano e lo affaticano, per cui in casa sua egli ricerca passatempi che non siano rumorosi, inoltre il suo spirito ha bisogno di altri respiri, perchè la vita non è solo bassa frequenza, ed egli prova la necessità di spaziare, di trattare altri argomenti, per non limitare il suo orizzonte.

Si potrebbe continuare indefinitamente ad elencare motivi in proposito. Ciascuno di essi potrebbe però essere demolito con facili ragionamenti. Così il primo argomento non è valido per direttori delle industrie radio; inoltre molti amatori di alta fedeltà sono meno abbienti dei tecnici suddetti, eppure si procurano, a volte con gravi sacrifici, il sognato apparecchio. Il secondo argomento è discutibile, perchè un minimo di esibizionismo lo indurrebbe a mostrare la sua bella creatura a parenti ed amici per riceverne lodi, allo stesso modo che chi possiede gioielli preziosi, di quando in quando li offre all'ammirazione del pubblico. Il terzo argomento è forse il più valido; basti considerare che anche chi è autocostruttore e si alambicca il cervello e spende somme ingenti per realizzare la vera (secondo lui) alta fedeltà, quando è arrivato in porto, non sfrutta che in minima parte tutto il suo faticoso lavoro ed i capitali ivi immobilizzati, giungendo a suonare i dischi classici tre o quattro volte all'anno, per giustificare se stesso più che per vivo desiderio di musicalità impeccabile; non è raro il caso dell'autocostruttore che vende, nulla guadagnando, all'amico il suo capolavoro un mese dopo che lo ha ultimato. Infine il 4° argomento non è sufficiente: nulla impedirebbe al tecnico di occuparsi entro le mura del suo domicilio di mille altre cose, anche se possedesse un radiogrammofono di alta fedeltà.

Pensiamo che la cosa appartenga ad un quadro più vasto: ognuno non lavora per sè, un bisogno naturale di mutualità ci sprona ad oprare e a cedere la nostra opera: sic nos non nobis (lieve variante alla lezione classica che impiega la seconda persona plurale) nec sibi mellificantur apes. ■

Dott. Ing. A. NICOLICH

INTRODUZIONE ALL'ALTA FEDELTA'

IL TRASFORMATORE DI USCITA DAL WILLIAMSON E QUELLO DELLA PHILIPS

Dott. Ing. F. SIMONINI

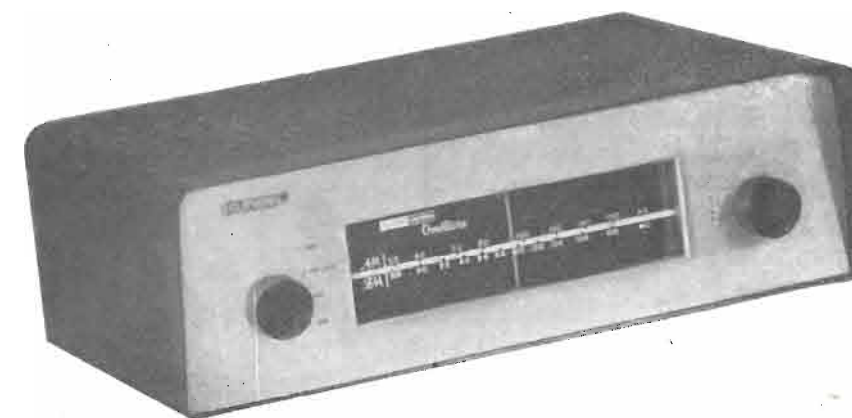



Fig. 1 — **Ecco l'aspetto tipico di uno degli amplificatori per Hi-Fi della casa americana Harman e Kardon. E' un complesso con preamplificatore incorporato che raggiunge delle ridotte dimensioni grazie alla miniaturizzazone dei componenti ed al montaggio con collegamenti stampati. Ne pubblicheremo prossimamente lo schema con descrizione completa.**

Dopo aver esaminato le caratteristiche circuitali degli amplificatori ad alta fedeltà vediamo ora la costruzione del solo elemento critico: il trasformatore di uscita.

Riassumendo a conclusione di quanto discusso nelle pagine precedenti passiamo dire che il trasformatore di uscita per alta fedeltà:

— deve permettere con la sua elevata induttanza una buona risposta anche nel campo subacustico e ciò sia per avere una buona risposta sui bassi, sia per permettere una efficace controreazione. In prima approssimazione più bassa è l'induttanza primaria e minore è il tasso di controreazione che è possibile applicare senza pericolo di inneschi;

— deve permettere un buon accoppiamento tra il primario ed il secondario. E' per questo motivo che questi due avvolgimenti vengono costruiti in più strati sovrapposti ed intercalati;

— deve presentare un buon rendimento. Molto pericolose al riguardo sono le perdite nel ferro specie se si tiene conto che, appunto per presentare una buona induttanza primaria, di solito il trasformatore viene costruito con un notevole pacco di lamierini.

Le perdite nel ferro si fanno sentire naturalmente con prevalenza per le note più acute dato che sono proporzionali al quadrato della frequenza. E' per questo motivo che si fa spesso uso di ferri speciali che permettono di ottenere pacchi con lamierini molto sottili e molto ben isolati che presentano, ben poche perdite per correnti indotte ed ancora di meno per le alte frequenze per isteresi.

Si tratta di ferri cosidetti «a granuli orientati». Con essi il rendimento del trasformatore si porta verso il 90 e più %.

Vediamo ora come era costruito il trasformatore di uscita realizzato dal Williamson nella sua seconda versione. Egli impiegò del ferro di tipo comune, ma di perdita relativamente bassa (1 W per kg) con una sezione da 1,5 pollici per 1,75 pollici (3,75 x 4,35 cm. circa) del tipo Super Silcor 28 A della marca inglese M e E.A.

I cartocci erano due, delle dimensioni interne su riportate avvolti nella stessa identica maniera e di dimensioni in larghezza tali da poter venir inseriti con facilità l'uno in fila all'altro nel nucleo centrale del trasformatore.

Su ogni cartoccio venivano avvolte cinque sezioni di primario ciascuna di 440 spire (5 strati per ogni sezione di 88 spire per strato) di filo di rame laccato da 0,32 mm.

Tra strato e strato di primario venivano inoltre avvolte complessivamente quattro sezioni di secondario ciascuna di 4 spire (2 strati di 42 spire ciascuno) di filo di rame laccato da 0,7 mm.

L'isolamento tra strato e strato e tra sezione e sezione (alternativamente primarie e secondarie) fu dimensionato in modo da permettere un buon riempimento del-

la finestra del trasformatore allo scopo di evitare così per quanto possibile ogni flusso disperso.
Vale però la pena di osservare che si trattava di una precauzione quasi superflua dato il fortissimo accoppiamento esistente tra primario e secondario.
Venivano quindi collegate tra loro in serie le ciambelle o sezioni di primario rimanendo così per ogni cartoccio due soli terminali di primario, l'inizio a sinistra del cartoccio e la fine a destra. Del collegamento dei terminali delle sezioni del secondario diremo in seguito.
Realizzati i due cartocci se ne infilava uno su nucleo del trasformatore e successivamente si inseriva il secondo dopo averlo rovesciato di 180 gradi. In tal modo il terminale di fine del secondo cartoccio andava collegato assieme al terminale di fine del primo. Entrambi si venivano a trovare al centro del trasformatore.
Questo terminale unico funzionava da presa centrale mentre gli altri due, che si trovano così vicino al ferro del nucleo venivano collegati alle placche dei tubi finali. Secondo il Williamson in questo modo si otterrebbe il miglior accoppiamento tra gli avvolgimenti ed un buon bilanciamento dei due rami del primario.
Con una simile disposizione sorgeva il problema di come collegare tra loro le varie sezioni del secondario e di come regolare anche per ogni collegamento la controreazione che, come abbiamo visto, parte dal secondario del trasformatore e viene dosata tramite una resistenza; questa si comporta come il braccio superiore di un partitore di cui il braccio inferiore è invece costituito dalla resistenza di catodo del tubo relativo al primo stadio.
Il Williamson realizzò tutta una serie di combinazioni serie-parallelo delle 8 sezioni di secondario ottenendo per ciascuna di esse una data impedenza di lavoro.
Naturalmente ad ogni combinazione corrispondeva una tensione di uscita per la quale egli ricavò il valore della resistenza R25 di controreazione.
Lo specchietto di fig. 2 permette di ricavare per ogni combinazione di collegamento:
— l'impedenza del secondario in ohm.
— il valore della resistenza R25 di controreazione.
— il rapporto di spire primario-secondario.
Questi collegamenti sono un poco scomodi. In pratica è infatti impossibile realizzarli con un commutatore; occorre o lavorare di saldatore o fare dei collegamenti opportuni ad una morsettiera con ben 16 viti. Non solo ma si deve scegliere caso per caso l'apposita resistenza di controreazione.
Ciononostante alcune case come la Partridge forniscono tuttora dei trasformatori di uscita con la disposizione del Williamson anche se di solito realizzati con dei nuclei ad alta permeabilità a granuli orientati con dimensioni quindi molto minori del gigantesco trasformatore originale e per conseguenza con un ben diverso e migliore rendimento.
Alcune case hanno aggirato il problema aggiungendo un altro secondario a parte disposto, come quello di uscita, ma di impedenza di solito più alta (100-300 ohm) al solo scopo di ricavarne la tensione di controreazione. Così ad esempio ha fatto la Geloso realizzando un trasformatore di uscita che permette fino a 26 dB di massima controreazione applicata.
Il fatto di disporre di un avvolgimento a parte per la controreazione comporta d'altra parte un altro vantaggio:
i carichi capacitivi al secondario non possono più introdurre squilibrio o pericolo di oscillazione nel circuito di controreazione o per lo meno ne resta diminuito il pericolo.
Il Williamson attribuisce grande importanza all'induttanza a vuoto del trasformatore sì da stabilire una prova di collaudo molto severa. Egli suggerisce infatti di collegare ai capi del primario una tensione di 5 volt, prelevata da un secondario di accensione per filamenti con in serie un milliamperometro da qualche ma fondo scala in c.a.
La massima corrente che dovrebbe venir misurata in questi casi dovrebbe essere di 150 μA. L'autore consiglia di scartare senz'altro i trasformatori che comportassero in queste condizioni una corrente superiore ai 200 μA. Sull'esempio del Williamson sono stati costruiti molti tipi di trasformatori ormai da tempo in commercio tutti basati in pratica sullo stesso principio. Tra questi i più noti ed anche i più costosi sono gli Acrosound.
Rispetto alla soluzione del Williamson essi presentano alcuni perfezionamenti. Gli avvolgimenti ad esempio sono più e meglio interlacciati e simmetrici che non nel tipo originale Inglese. Inoltre come nel caso dei Partridge il ferro è molto più curato e di maggior rendimento che non nella soluzione del Williamson.
A differenza dei Partridge che fanno uso di lamierini a granuli orientati e sono di dimensioni modeste, gli Acrosound comunque raggiungono dimensioni imponenti a cui corrisponde un prezzo altrettanto alto. Si tratta comunque di componenti che vale la pena di impiegare solo per gli impianti di grande pregio non fosse che, per il fatto che secondo la legge fondamentale che vale per le cose di buona riuscita, in un complesso di buone caratteristiche tutti i componenti debbono essere come qualità allo stesso livello.

154/4	1	2	3	4	5	6	7	8
collegamenti dei secondari fra loro in serie-parallelo								
impedenza secondaria	3,6	14,4	32,5	57,5	90	130	176	230
resistenza di controreazione R25	2200	4,7k	6,8k	9k	11,5k	13,5k	16k	18k
rapp. di spire primario-second.	52,5	26,25	17,5	13	10,5	8,75	7,5	6,5

Fig. 2 Questa è la serie di 8 combinazioni serie-parallelo degli otto secondari di bassa impedenza del trasformatore di uscita del Williamson con le relative impedenze di uscita e di rapporti di trasformazione che così si raggiungono.

Un Acrosound collegato ad un altoparlante di solo discrete qualità sarebbe in pratica utilizzato quanto un trasformatore di ben più modeste caratteristiche. La soluzione del Williamson è comunque piuttosto complicata e poco pratica anche se il materiale che viene impiegato è di costo relativamente modesto.
La maggioranza degli amatori della Hi-Fi può ripiegare su di una soluzione di compromesso che presenta i seguenti vantaggi (vedi fig. 3):
— In tutto solo 6 avvolgimenti tra primario e secondario contro i 18 del trasformatore originale del Williamson.
— Avvolgimento su di 1 solo cartoccio molto più pratico e sopratutto meno costoso.
— Ingombro e peso molto minori.
— Bilanciamento delle due sezioni primarie e secondarie almeno tanto buono quanto nella soluzione del Williamson.
— Buon accoppiamento tra primario e secondario.
Si noti che in pratica oltre un certo grado di accoppiamento non esiste alcuna convenienza pratica di costruzione e che per conseguenza il grado di accoppiamento tra prim. e sec. della soluzione Williamson è sen'altro eccessivo.
— Da 30 a 40 Henry di induttanza primaria con soli 7-8 cm² di sezione di nucleo. Il che significa che si possono applicare senza pericolo fino a 20 dB di controreazione.
— Possibilità di realizzare impedenze secondarie a piacere.
— Nessun bisogno di variare la resistenza di controreazione al variare del carico collegato al secondario o di realizzare a parte un secondario per la sola controreazione.
La fig. 3 fornisce ogni dato per questa soluzione che ho sperimentato personalmente con ottimi risultati e che mi permetto di consigliare a tutti coloro che con una modesta spesa desiderano realizzare un amplificatore tipo Williamson che a piena potenza comporti meno dell'1% di distorsione totale.
A riprova della serietà di questa mia raccomandazione posso riportare il fatto che la Philips Italiana ha da tempo prodotto sia pure in serie limitate un trasformatore di questo tipo all'incredibile prezzo di sole 2000 lire; tanto più a buon mercato sembra questa soluzione quando la si confronti con quelle correnti del mercato Hi-Fi che impone un prezzo di 15-20.000 e più lire per un buon trasformatore di uscita mentre i migliori superano le 30-40.000.
Il prezzo della Philips è un buon accorgimento commerciale (in pratica è poco più che un prezzo di costo) per il lancio, come valvole di Hi-Fi, delle EL84 pentodi di caratteristiche veramente notevoli che consigliamo a quanti si possono accontentare dei 10 watt di potenza massima. L'unico inconveniente delle EL84, quello di richiedere un carico placca-placca di 8000 ohm per il funzionamento in classe A, viene superato in pratica da questo trasformatore che elimina appunto l'influenza delle forti impedenze sul taglio degli acuti.
Il trasformatore della Philips ha una sola impedenza secondaria da 7 ohm. Si tratta anche in questo di un intelligente ritrovato di questa casa per lanciare i suoi altoparlanti che presentano appunto 7 ohm di impedenza come bobina mobile, valore questo sensibilmente diverso da quelli del mercato. Non esiste, comunque nessuna difficoltà a costruire il trasformatore secondo i dati di fig. 3 con più impedenze secondarie.
Come si vede la disposizione degli avvolgimenti (4 da 1600 spire a due a due in parallelo) è curata in modo che non restino mai affacciati due lati « caldi » di avvolgimento, in modo che la notevole capacità che si può formare tra i vari strati di spire non può provocare un taglio nella risposta specie delle note acute.
Una volta realizzato l'avvolgimento della prima metà si rovescia il mandrino che porta il cartoccio sulla avvolgitrice e si procede all'avvolgimento della successiva metà del trasformatore naturalmente avvolgendo per conseguenza le spire in senso inverso a quelle della prima parte. La suddivisione in due sole sezioni del secondario è sufficiente a stabilire quel grado di accoppiamento che, come si è detto, è condizione prima per lo spostamento verso i margini della gamma, della completa rotazione di fase; condizione questa che negli amplificatori controreazionati può dar luogo nei casi già da noi discussi ad innesco di oscillazioni.
Non consigliamo comunque di superare i 10 dB di controreazione, vale a dire una diminuzione da 10 a 1 di amplificazione tra circuito rispettivamente senza e con controreazione.
L'unico serio inconveniente che presenta questo tipo di trasformatore con avvolgimenti in parallelo è in sostanza appunto quello che è comune a tutti i trasformatori con avvolgimenti in parallelo siano essi o meno per Hi-Fi e cioè che il numero delle spire di ogni avvolgimento dovrebbe essere rigorosamente egua-

Fig. 3 Schema dei collegamenti del trasformatore impiegato dalla Philips per uno degli schemi di bassa frequenza di qualità più conosciuti (riprodotto in fig. 4). Gli avvolgimenti P_1-P_4 sono tutti da 1600 spire. L'impedenza di lavoro di placca delle EL84 è di 800 Ω placca-placca.
Per 5Ω di secondario occorrono quindi 80 spire e per i 4Ω 72. S_1 è quindi di 72 spire e S_2 di 8. Si possono ottenere i rapporti di impedenza che più si desiderano a patto di realizzare gli avvolgimenti con una approssimazione dell'1°/₀₀ nelle spire.
Per il primario si può impiegare filo di rame smaltato da 0,12÷0,14 e da 0,7 mm. per il secondario. Ma le sezioni possono essere anche superiori e dimensionate in modo da ottenere il massimo riempimento di finestra e quindi il minimo flusso disperso.

Fig. 4 — Schema elettrico di uno dei complessi di buona qualità consigliati dalla Philips per l'impiego del controfase di EL84.

le a quello degli altri. In pratica è ammesso uno scostamento dell'uno per mille circa.
Se lo scostamento è più sensibile si ha in sostanza un avvolgimento con indotta più tensione che in un altro e per conseguenza una differenza di tensione che si chiude sui due rami del primario causando una sensibile diminuzione di rendimento.
Sezione di filo e isolante tra gli avvolgimenti e tra gli strati di spire vanno scelti in modo da ottenere il massimo riempimento della finestra del ferro scelto.
Si ponga attenzione al collegamento tra loro degli avvolgimenti secondo lo schema indicato in fig. 3. Data la simmetria degli avvolgimenti disposti in parallelo le resistenze delle due sezioni del primario dovranno essere quasi eguali e di circa 200 ohm.

L'amplificatore Hi-Fi della Philips.

Dopo i dati del trasformatore di uscita per push-pull di EL84 forniamo qui volentieri anche quelli relativi al circuito tanto più che esso si presenta come particolarmente semplice, poco costoso ed adatto a funzionare con rivelatori fonografici alla portata di tutti con testina piezoelettrica (Vedi fig. 4).
Lo schema elettrico è lineare e nello stesso tempo estremamente curato in ogni dettaglio.
Il primo tubo amplificatore è una EF86 pentodo amplificatore a μ fisso adatto per l'ingresso degli amplificatori per il suo elevato guadagno ed il suo elevato rapporto segnale disturbo. Solo una piccola parte della resistenza catodica, 10 ohm, non è bypassata. Il pentodo conserva così in pratica quasi tutta la sua amplificazione permettendo il massimo di controreazione compatibile con la sensibilità che si desidera ottenere.
Segue un circuito invertitore di fase costituito da una ECC83 (12AX7) in cui una sezione funziona da amplificatrice normale e la seconda da amplificatrice « grid-grounded ». Questo circuito da effettivamente un buon bilanciamento dinamico a patto che si impieghi un alto carico catodico, nel nostro caso ben 68 kΩ; l'elevata tensione di polarizzazione viene d'altra parte compensata dal fatto che, con notevole vantaggio per la riproduzione delle note basse, si realizza un accoppiamento diretto con la placca della prima valvola.
Non è necessario nessun condensatore di bypass per il catodo della ECC83 in quanto le correnti delle due sezioni dell'invertitore di fase si compensano automaticamente essendo di fase opposta.
Il circuito del controfase presenta solo due particolarità degne di nota; il catodo bypassato del controfase che permette un aumento considerevole di amplificazione anche se riduce il bilanciamento dinamico e il fatto che le griglie schermo dei due pentodi EL84 non sono state fugate a massa per le componenti a c.a. A questo proposito va osservato che le due resistenze da 220 ohm sono solo di sicurezza contro gli eventuali inneschi mentre ai capi della resistenza di caduta da 4 kΩ si localizzano due tensioni eguali e di fase opposta che rendono così inutile ogni condensatore di bypass.
La potenza di uscita massima che permette questo circuito è di 11 W/punta. I dati relativi al controfase in classe AB consigliato dalla Casa comportano fino a 17 W punta max con 300 V anodici e 300 V di griglia schermo. Tale risultato è ottenuto in pratica sovralimentando le griglie schermo, cosa che i moderni tubi EL84 forse permettono con una certa facilità, a patto che si curi la ventilazione delle valvole.
Questo circuito per il principiante permette il vantaggio di realizzare un amplificatore di potenza con sole 5 valvole senza preamplificatore, ma con comandi di bassi e acuti, che vediamo inseriti in entrata, per una tensione minima di entrata di 0,2 V; sensibilità questa più che sufficiente per una testina di tipo piezoelettrico o meglio ceramico di buone caratteristiche. ■

Calcolo e realizzazione dei MOBILI BAFFLE per ALTOPARLANTI

G. NICOLAO

Quando un altoparlante funziona in aria libera, esso genera un'onda di compressione da una parte della membrana ed un'onda di rarefazione dalla parte opposta. Se non è presente alcun diaframma che separi la parte anteriore dell'altoparlante dalla parte posteriore, ambedue queste onde sonore sono libere di mescolarsi e di irradiarsi nell'aria che circonda il trasduttore elettro acustico. Siccome queste due componenti hanno fasi opposte e cioè si trovano ad una differenza di fase di 180 gradi, alcune di queste onde si autoneutralizzano. Questo effetto produce contemporaneamente una notevole diminuzione della potenza sonora irradiata e una distorsione dipendente dalla soppressione parziale o totale di alcune onde di rarefazione e di compressione nella direzione opportuna, cioè in quella dell'ascoltatore. Poichè è necessario impedire che le onde sonore irradiate posteriormente all'altoparlante interferiscano con quelle prodotte dalla parte anteriore della membrana, è necessario introdurre nel sistema di altoparlanti un diaframma o parete di separazione che eviti (aumentando il cammino dell'onda posteriore rispetto a quella anteriore, precludendo addiritura l'irradiazione alle onde sonore non desiderate) di interferire fra di loro e creare spiacevoli effetti di distorsione acustica. Oltre a ciò il mobile o « baffle » ha la funzione di adattatore, smorzatore o enfatizzatore per l'altoparlante e consente di sfruttare tutta la potenza richiesta alle frequenze più basse dello spettro sonoro. Assai spesso i sistemi di custodia per altoparlante o mobili diffusori sono infatti calcolati in modo da enfatizzare determinate frequenze che si trovano sotto la frequenza di risonanza dell'altoparlante e eliminare contemporaneamente con una risonanza negativa (anti-risonanza) l'enfasi particolarmente violenta che l'altoparlante darebbe alle frequenze che si trovano in prossimità della frequenza propria del gruppo bobina mobile-membrana. Un baffle perfetto consiste — ad esempio — in un altoparlante montato nella parete di una stanza, in modo che nessuna delle onde sonore generate nella parte posteriore del diaframma possa raggiungere la sala in cui si trova l'ascoltatore e sia limitata dalle pareti dell'altro locale.
Il sistema citato assume l'aspetto illustrato nella fig. 1 ed è denominato in pratica sistema a « Baffle infinito ». Nella fig. 1 la parte frontale dell'altoparlante è rivolta verso la stanza 1, mentre la parte posteriore è rivolta verso la stanza 2. Nella parete divisoria tra le due stanze è praticata una finestra che ha le dimensioni esatte della bocca dell'altoparlante.
E' evidente che questa soluzione è ben difficilmente realizzabile salvo rare eccezioni perchè è difficile disporre di un locale non utilizzato che possa servire da camera risonante posteriore del sistema d'altoparlante. Da un punto di vista pratico per il funzionamento di

Fig. 1 — Realizzazione ideale di « Baffle Infinito ».

Fig. 2 — Risposta alle frequenze basse di sistema irradiante in cui l'altoparlante si trova al centro del pannello.

Fig. 3 — Risposta all frequenze basse di un sistema irradiante in cui l'altoparlante si trova lateralmente ad un pannello.

un tipo di baffle infinito realizzato in questo modo sarebbe soltanto necessario praticare un foro nella parete, introdurre l'altoparlante e prevedere una camera posteriore sufficientemente grande per ottenere un diffusore di qualità assai buona. E' bene ricordare a questo punto che il baffle o mobile per altoparlante tende a migliorare la riproduzione nella regione delle frequenze più basse, alle quali oltre a prevenire l'interazione tra l'onda irradiata anteriormente e quella irradiata posteriormente, permette di correggere le caratteristiche di risposta dell'altoparlante stesso. Al contrario alle frequenze medie ed alte l'unico effetto del « baffle » è quello di limitare l'interazione tra le onde anteriori e posteriori mentre nessun effetto è creato dalla risonanza del mobile, troppo bassa per farsi notare.
Il più semplice sistema di « baffle », che viene usato nei ricevitori radio e televisivi consiste in una lastra di legno di dimensioni generalmente piccole (da 20 cm x 40 ad esempio) nel centro della quale è pratico un foro esattamente corrispondente alle dimensioni dell'altoparlante. Questo supporto viene fissato alla parete anteriore del mobile, mentre la parte posteriore del mobile rimane aperta.
Il comportamento di un mobile di questo tipo è quanto mai irregolare e dipende: 1) Dalla posizione dell'altoparlante rispetto alle pareti laterali de mobile. 2) Dalle dimensioni dell'altoparlante. 3) Dalle dimensioni del baffle ovvero dalla parete di legno alla quale è fissato l'altoparlante. 4) Dalla profondità del mobile stesso.
La caratteristica di riproduzione, ad eccezione del caso in cui il mobile abbia una forte profondità e una notevole estensione anteriore, non è molto felice, perchè in corrispondenza alle frequenze più basse la massa d'aria contenuta nel mobile non è limitata e non riesce a frenare le vibrazioni irregolari ed eccessive del cono in prossimità della frequenza di risonanza dell'altoparlante, che non viene attenuata. Inoltre la parete posteriore aperta permette alle onde irradiate posteriormente di espandersi nel locale in cui l'apparecchio è installato e creare dei fastidiosi effetti di interferenza.
Nelle apparecchiature in cui le caratteristiche di alta qualità di riproduzione non sono giudicate come scopo ultimo della realizzazione, il mobile di questo tipo è impiegato comunemente. E' opportuno in questo caso che l'altoparlante non si trovi al centro della parete anteriore ma spostato verso uno dei due lati, in modo da ottenere una irregolare distribuzione delle pareti laterali e delle masse d'aria ai lati dell'altoparlante.
Le curve di risposta ottenibili con disposizioni di questo genere sono molto variabili, appunto a seconda della posizione dell'altoparlante. Nel caso della fig. 2 potremo notare l'altoparlante centrato in un pannello non delimitato da alcuna parete, ma avente dimensioni di 120 x 120 cm. e cioè molto grandi. La curva di risposta è quella illustrata a fianco. Il diagramma mostra un caratteristico picco negativo in prossimità dei 180 Hz corrispondenti alla condizione in cui la distanza determinata dalla parete anteriore e dalla porzione di parete posteriore compresa tra il fronte ed il retro dell'altoparlante, aggiunge una lunghezza d'onda. Questa caratteristica negativa viene ovviata spostando l'altoparlante lateralmente al « Baffle » e realizzando questa parete come illustrata nella fig. 3. In tal caso la risposta raggiungerà le caratteristiche illustrate nella fig. 3 stessa in cui praticamente la linearità di riproduzione si raggiunge intorno ai 120 Hz. Non si nota più in prossimità dei 180 Hz la caduta brusca che si aveva precedentemente.
La miglior soluzione per ottenere la riduzione dell'interferenza tra l'onda posteriore e l'onda anteriore è quella di chiudere l'altoparlante in un mobile che abbia aperture soltanto nella direzione frontale cioè nella stessa direzione dell'altoparlante, sfruttando l'irradiazione posteriore per creare una enfasi o denfasi di determinate frequenze sempre molto basse. Queste condizioni si vengono a creare nel « Baffle infinito » di realizzazione pratica e nel « Bass-reflex ».

Il Bass-Reflex.

Moltissimi articoli sono stati pubblicati su diverse rivi-

Fig. 4 — Circuito equivalente elettrico di un sistema « Bass Reflex ».

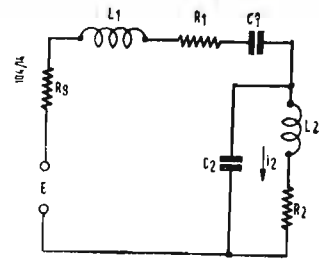



Fig. 5 — Schema del circuito equivalente elettrico di un Bass Reflex. Il significato dei simboli è stato dato nella prima parte dell'articolo dove era riportato anche lo stesso circuito.

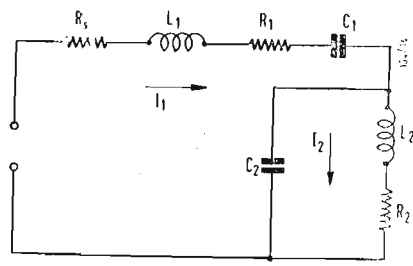



Fig. 6 — Risonanza serie del circuito per una certa frequenza F_1 inferiore a F_0.

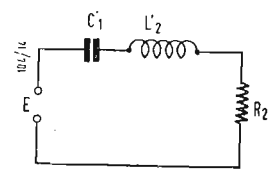
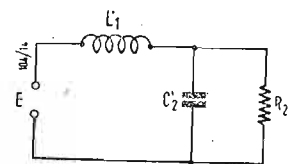



Fig. 7 — Per frequenze superiori ad F_0 il circuito si modifica secondo questo circuito equivalente.

ste in relazione alla progettazione e alla costruzione di mobili antirisonanti di tipo « Bass Reflex ». I diversi autori hanno affrontato la realizzazione di questi mobili che hanno incontrato il favore degli amatori in diversi modi e assai spesso contraddicendosi l'un l'altro. Vedremo di riportare in questo articolo le diverse soluzione lasciando al lettore la responsabilità di scegliere tra quella che consideri la migliore. Un interessante asserzione è fatta inizialmente dal Langham; egli dice che in tutti i « Bass-reflex » si possono considerare due elementi: 1) Un risonatore costituito dal mobile e dalla sua apertura. 2) Qualcosa complesso tra una grancassa ed un timpano d'orecchia, formato dalla membrana dell'altoparlante associata al volume interno del cofano. La frequenza di risposta del risonatore dipende dal volume d'aria interna, dalla superficie dell'apertura e dalla massa d'aria affacciata ad essa. Invece la frequenza di risonanza del timpano è data dal volume d'aria e dalla tensione meccanico elastica della membrana.
Secondo l'autore citato a limitare lo studio di un « Bass-reflex » ai calcoli relativi al dimensionamento del risonatore considerandolo di tipo assai vicino ad un risonatore di Helmoltz, non permette in alcun caso di prevedere il comportamento musicale dell'apparecchio munito del suo altoparlante, ma soltanto il funziona-

mento del mobile in assenza di generatore di suoni. L'abitudine normale di calcolare l'apparecchio considerandolo simile a un risonatore di Helmoltz si può giustificare in questo modo; i dati relativi all'altoparlante non sono generalmente forniti dal costruttore e la loro determinazione sperimentale è delicata. I dati che interessano in questo caso non sono quelli relativi all'impedenza della bobina mobile o al campo dei magnete permanente usato, ma quelli relativi all'inerzia e alla elasticità meccanica della membrana e del sistema di centratura.
Inoltre le analogie meccanico-elettriche che servono allo studio matematico non sono che di tipo approssimativo di primo ordine per cui la precisione delle asserzioni classiche si rivela abbastanza relativa. Essa è comunque sufficiente per dare una prima idea dei fenomeni e per orientare il costruttore allo studio e alla realizzazione di un prototipo sperimentale. Ottenere una notevole accentuazione di toni gravi per mezzo di un « Bass Reflex » è alla portata di tutti, in quanto è sufficiente chiudere l'altoparlante in un qualsiasi cassone perchè automaticamente le frequenze più basse siano enfatizzate in modo notevole. Ottenere invece una bella curva di riproduzione, senza punte di risonanza di eccessiva ampiezza, capace di soddisfare l'orecchio più esigente è invece un problema molto più arduo. Infine la messa a punto di un sistema d'altoparlanti inserito in un apposito mobile acustico richiede per la sperimentazione pratica un'apparecchiatura molto complessa di misure acustiche e la presenza di una camera munita di pannelli assorbenti, onde non interferire sulle misure effettuate. E' quindi ovvio che le varie misure, per quanto riguarda lo studio completo del comportamento del baffle, possono essere eseguite soltanto in fabbriche opportunamente attrezzate.
Per osservare il funzionamento del bass-reflex dal punto di vista meccanico-elettrico ci riferiamo a quanto riportato da R. Lafaurie in un articolo su « Baffle » pubblicato sul n. 176 della rivista « Toute la Radio ».
Il circuito elettrico equivalente al funzionamento di un bass-reflex è illustrato in fig. 4: il significato dei simboli è il seguente:
E = modulo della forza sinusoidale che agisce sulla bobina mobile, espressa in dine

$$E = \frac{B \times L \times I}{10}$$

in cui B è espressa in gauss l'intensità media del campo magnetico nel traferro dell'altoparlante, L è la lunghezza in cm del conduttore costituente la bobina mobile ed effettivamente situato nel campo magnetico d'intensità B ed infine I l'intensità massima della corrente che attraversa la bobina mobile espressa in ampere.
R_s rappresenta le impedenze elettriche del circuito trasferite al circuito meccanico e cioè

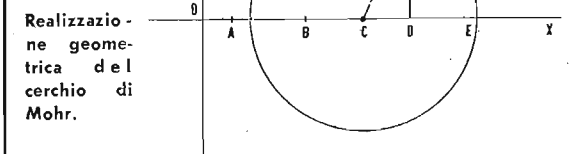
$$R_s \cong \frac{B^2 \times 10^{-9}}{r_1 + r_2}$$

in cui r_1 è la resistenza (alla corrente continua) della bobina mobile ed r_2 l'impedenza d'uscita dell'amplificatore considerata puramente resistiva.
L1 è la massa del cono in grammi aumentata del peso dell'aria spostata. C1 è l'elasticità in cm per dine della sospensione del cono e cioè del sistema di centratura e di flessione della membrana. R1 è l'assieme delle resistenze espresse in ohm meccanici, relative alla vibrazione del cono dell'altoparlante e all'aria che si trova sulla parte anteriore del cono.
Queste diverse resistenze variano con la frequenza, ma il loro valore non è però essenziale per lo studio che abbiamo intrapreso. C2 è l'elasticità in cm/per dine dell'aria che si trova all'interno del mobile antirisonante vista dalla parte posteriore della membrana del cono. In prima approssimazione si potrà quindi scrivere

$$C_2 \text{ (cm/dine)} = \frac{V}{\rho \times c^2 \times S^2}$$

in cui c è la velocità del suono nell'aria, V esprime il volume del baffle in cm^3, ρ in grammi per cm^2, la densità dell'aria ed S in cm^2 l'area efficace del cono. L'area efficace o utile del cono è quella della membrana, non tenendo conto delle nervate anulari che

Fig. 9 — Realizzazione geometrica del cerchio di Mohr.

Fig. 8 — Curva relativa alla modifica del valore d'impedenza della bobina mobile di un altoparlante, inserito in un risonatore « Bass REFLEX ».

realizzano la sospensione esterna del cono. L2 in grammi è la massa d'aria contenuta nell'interno dell'apertura aumentata dalla massa dell'aria trainata dalle vibrazioni, dalla massa di radiazione dell'apertura stessa, tale qual'è vista dalla parte posteriore dell'altoparlante.
La massa M_1 dell'aria contenuta nell'interspazio sarà

$$M_1 \text{ (g)} = \rho \times L \times S'$$

in cui S' è la superficie in cm^3 dell'apertura o bocca del Bass Reflex. La massa M_2 di radiazione dell'apertura sarà data con buona precisione dalla formula:

$$M_2 \text{ (g)} = \frac{16 \rho S' \sqrt{S'}}{3 \pi \sqrt{\pi}} \cong 0{,}96 \rho S' \sqrt{S'}$$

da cui potremo estrarre la somma totale, che sarà

$$M_1 + M_2 = S' \rho (L + 0{,}96 \sqrt{S'})$$

Considerando le funzioni dell'altoparlante potremo ora scrivere

$$L_2 = S' \rho (L + 0{,}96 \sqrt{S'}) \frac{S r^2}{S' r^2} = \rho \frac{S^2}{S'} (L + 0{,}96 \sqrt{S'}$$

R_2 è la resistenza di radiazione dell'apertura espressa in ohm meccanici vista dall'altoparlante. Questa resistenza è naturalmente funzione della frequenza. Le correnti I1 e I2 rappresentano la velocità di sposta-

mento dell'aria in cm al secondo. Il mobile risuonerà quando i valori assoluti delle impedenze di L2 e C2 saranno eguali. Se ω_o è la pulsazione di risonanza avremo quindi

$$L_2\ \omega_o = \frac{1}{C_2 \cdot \omega_o}$$

e cioè, sostituendo con i loro valori L_2 e C_2:

$$\rho \frac{S^2}{S'}(L + 0{,}96\ \sqrt{S'})\ \omega_o = \frac{\rho\ c^2\ S^2}{V \cdot \omega_o}$$

da cui si ottiene

$$\omega_o = c^2 \sqrt{\frac{S'}{V\ (L + 0{,}96\ \sqrt{S'})}}$$

Questa formula, che dà la frequenza di risonanza, è

Fig. 10 Aspetto frontale e sezione laterale di « Bass Reflex » angolare con guida d'onda.

applicabile a condizione che le dimensioni dell'apertura siano trascurabili in confronto alla lunghezza d'onda del suono emesso e la più grande dimensione del mobile sia al massimo uguale a 1/8 di questa stessa lunghezza d'onda. In questo caso il controllo eseguito con questa formula si può considerare corretto e cioè — in altre parole — valido con buona approssimazione se il rapporto lunghezza e larghezza rimane inferiore a 2.

Da quanto abbiamo detto nell'articolo precedente potremo considerare che i fenomeni di risonanza si verifichino nel nostro mobile antirisonante Bass Reflex secondo la seguente forma. Se F_o è uguale o leggermente inferiore a F', F' designerà la frequenza di risonanza del cono e cioè di L1 e C1. Allora se S ha un valore poco diverso da S' ed R1 ed R2 sono trascurabili in confronto alle altre impedenze del circuito, alle frequenze inferiori ad F_o l'impedenza del complesso L1 e C1 è sopratutto capacitiva, mentre quella di L2 e C2 è a predominanza induttiva. Ne risulta una risonanza in serie del circuito per una certa frequenza F_1 inferiore ad F_o.

Alle frequenze superiori ad F' e cioè anche ad F_o i fenomeni precedenti si invertono, l'impedenza di L1 e C1 diviene induttiva e quella di L2 e C2 diviene capacitiva, si avrà quindi una seconda risonanza in serie, per una frequenza F_2 superiore a F'.

In fig. 5 abbiamo riportato lo schema equivalente elettrico del « Bass Reflex ». Riferendoci a questo circuito, potremo dedurre due circuiti semplificati che spiegano più chiaramente le nostre precedenti asserzioni. Nella fig. 6, si ha il primo fenomeno di risonanza in cui L1 C1 ha prevalenza capacitiva mentre L2 e C2 ha prevalenza induttiva, la risultante risonanza in serie del circuito dà una frequenza di risonanza F_1 inferiore a F_o. La figura 7 riporta lo stesso circuito di fig. 5 semplificato, nella risonanza alle frequenze superiori ad F_o, in cui L'_1 e C'_2 raggiungono il massimo valore induttivo mentre C', e L'_1 raggiungono il massimo valore capacitivo. La frequenza di risonanza è quindi più alta della frequenza F_o. L'esistenza di due frequenze di risonanza F_1 ed F_2 è all'origine di due picchi caratteristici (F_1 ed F_2) che si verifichino nella curva di impedenza caratteristica della bobina mobile in funzione della frequenza, di un altoparlante. La risposta di un altoparlante è illustrata relativamente alla sola regione delle frequenze basse nella fig. 8.

In essa è possibile vedere i due picchi F_1 ed F_2 che aumentano le tensioni ai capi della bobina mobile in corrispondenza della risonanza di L_1 C_1 e di L_2 C_2. E' evidente che questa caratteristica risposta si riferisce ad un altoparlante inserito in un mobile bass-reflex. Alle frequenze in cui si verifica l'aumento dell'impedenza della bobina mobile dell'altoparlante, la impedenza meccanica del circuito illustrato nella fig. 5 rispetto alla bobina mobile è minima. L'impedenza di moto è quindi massima. Per misurare l'impedenza di moto della bobina mobile, si può alimentare la bobina mobile con una corrente a frequenza variabile di intensità costante. Le frequenze F1 ed F2 si potranno rilevare per due massimi della tensione applicata ai capi della bobina mobile.

Il calcolo esatto di F1 ed F2 è un po' lungo ma non presenta alcuna difficoltà.

Se R_o è eguale ad R_1 ed a R_2 infine uguali a 0, una costruzione geometrica detto « il cerchio di Mohr » permette di determinare facilmente i valori di queste frequenze. I valori esatti di F1 ed F2 non hanno però una grande importanza è sufficiente avere giustificato la loro esistenza e la posizione rispetto a F_o.

La costruzione del cerchio di Mohr è illustrata nella fig. 9. Supponendo per ipotesi che le resistenze R_o, R_1 ed R_2 siano trascurabili in confronto alle impedenze degli altri elementi del circuito, si potrà procedere nel seguente modo per la costruzione. Su una semi retta Ox si porta $OB = 1/L_1 \cdot C_{1,2}$ (in cui $C_{1,2}$ rappresenta la capacità risultante dalla serie dei condensatori C_1 e C_2); $OD = 1/L_2 \cdot C_2$. Su una retta perpendicolare in D a Ox si costruisce un segmento $DF = 1/(\sqrt{L_1\ L_2 \cdot C_2})$. Dal punto C, che è il centro del segmento BD si descrive ora un cerchio di raggio CF che taglia Ox nei punti A ed E. Si ha quindi $OA = (F_1)$ ed $OE = (F_2)^2$ da cui si possono estrarre le due frequenze F_1 ed F_2.

Effetto delle diverse costanti sul funzionamento del Bass-Reflex.

Se consideriamo l'effetto delle varie costanti nel funzionamento del bass-reflex vedremo che il valore di F_o è quello che spiega in gran parte il buon rendimento del Bass-Reflex verso le frequenze basse. Non è però esso solo a determinare la curva di risposta perchè il valore di F_o fissa anche quello del prodotto L_2 C_2:

$$F_o = \frac{1}{2\ \pi}\sqrt{\frac{1}{L_2\ C_2}}$$

da cui è possibile notare che nelle frequenze comprese tra F_o e 2 F_o l'andamento della curva di risposta dipenderà in modo notevole dal prodotto di L_2 C_2. Si potrà comunque dire che un mobile risonante di grandi dimensioni e una apertura di grande superficie, cioè un C_2 grande ed un L_2 di piccolo valore, potranno produrre una esagerazione dei suoni gravi e quindi quel caratteristico rumore che è noto col nome di « boom » e che fà a molte persone aborrire l'uso dei bass-reflex. E' noto però che questo « boom » si verifica soltanto quando il cofano antirisonante bass-reflex sia realizzato in modo non esatto. Al contrario un « Bass-reflex » di piccolo volume, e cioè avente C_2 piccolo e L_2 grande, ovvero un volume piccolo rispetto all'apertura anteriore, potrà dare un risultato molto vicino a quello del cofano interamente chiuso e cioè una caduta di 12 dB per ottava sotto la frequenza F_2. Fra questi due estremi e per un determinato altoparlante funzionante con un amplificatore di impedenza d'uscita egualmente prestabilita, esiste certamente una combinazione di L_2 C_2 e quindi un certo volume del mobile e una certa superficie dell'apertura che danno una curva di risposta d'andamento assai regolare. Il volume ottimo di V è dipendente da un certo numero di fattori più o meno inaccessibile del calcolo. La sua determinazione per mezzi dei procedimenti abituali, permette di orientare il lavoro sperimentale, ma non di definire esattamente sulla carta quello che poi si realizzerà in realtà. Questo è dovuto al fatto che non si possono conoscere — a meno di non disporre di un laboratorio particolarmente attrezzato — alcuni dei parametri che sarebbero necessari per la realizzazione esatta del mobile ed in particolare dei dati relativi all'elasticità della membrana dell'altoparlante alla rigidità del cono ecc. E' necessario parlare a questo punto del comportamento del « Bass-Reflex » ai segnali transitori o istantanei. In prossimità della frequenza F_o i movimenti del cono sono fortemente frenati ciò che permette nel campo compreso tra F_o ed F' di ridurre al minimo l'importanza della risonanza naturale dell'altoparlante. Questo fatto non ha soltanto vantaggi perchè la riproduzione dei transitori e cioè dei segnali a fronte ripido sarà difettosa in prossimità della frequenza F_o.

Ciò può determinare l'impressione che i suoni bassi abbiano tutti una frequenza preferenziale. Questo fenomeno chiamato « basso invariabile » merita qualche spiegazione, dato che è alla base delle critiche che sono state mosse da molte parti ai « Bass-Reflex » e che hanno fatto, passare ad esempio case assai note realizzatrici di mobili per altoparlanti per impianti di alta fedeltà (Jensen) a sistemi più complessi, come il labirinto acustico e il Bass-Ultraflex, che benchè siano molto più complessi di realizzazione hanno però notevoli vantaggi, specialmente per quanto riguarda la riproduzione delle frequenze a fronte ripido ovvero dei segnali transitori. Se il sistema risonante ha una frequenza di risonanza poco smorzata che si trovi ad esempio intorno ai 100 Hz, si potrà notare la presenza di una certa percentuale di questa frequenza in uscita anche durante la riproduzione di tutte le note di fre-

Fig. 11 Volume ottimo di un mobile Bass Reflex in funzione del diametro dell'altoparlante e della frequenza di risonanza.

Fig. 12 Rapporto di dimensioni tra l'apertura o bocca del Bass Reflex ed il volume del cofano.

Fig. 13 Lunghezza della guida d'onda in funzione del volume del mobile Bass Reflex per diverse frequenze di risonanza.

quenza prossima, comprese tra 50 e 150 Hz. L'effetto sarà poi tanto maggiore quanto più ripida sarà la salita del segnale impulsivo che raggiunga la bobina mobile dell'altoparlante. In queste condizioni, se un contrabbasso nel registro grave e nell'esecuzione pizzicato desse due suoni, uno corrispondente al sol 48 Hz e l'altro al re 144 Hz in successioni abbastanza rapide, potrebbe apparire all'orecchio dell'attento ascoltatore che la frequenza risultante fosse unica e si trovasse in prossimità di 100 Hz. Il fenomeno è particolarmente spiacevole durante riproduzioni impegnative quali di un pieno orchestrale in cui si potrà avere una notevole mescolazione di suoni nella zona delle frequenze più basse dello spettro sonoro.

Realizzazione del bass-reflex.

Molte e diverse sono le strade per raggiungere attraverso il calcolo le dimensioni necessarie alla realizzazione di un mobile bass-reflex per un certo altoparlante. Discordi sono gli autori che non riescono a stabilire se considerare il mobile dal punto di vista di un risonatore di Helmoltz perfetto o di realizzarlo secondo altra via.
Una delle formule più comuni per considerare la realizzazione possibile di un bass-reflex è quella che parte dalla formula di Helmoltz che calcola la frequenza di risonanza della cassa con

$$F = 2{,}070\ (A\ ^1\!/\!_4 / V\ ^1\!/\!_2)$$

in cui A è l'area della porta e V il volume della cassa. E' importante notare che in questa formula l'area dell'apertura è data in pollici quadri e in pollici cubici il volume della cassa.
Questo fatto è dovuto alla provenienza degli studi più profondi che sono tutte di origine inglese o americana. Per proseguire il calcolo onde realizzare un bass-reflex altoparlante di un certo diametro e avente una frequenza di risonanza di F Hz e proponendo una sezione dell'apertura di A pollici quadri per ottenere l'adattamento d'impedenza tra l'altoparlante e la cassetta armonica si potrà usare la seguente formula:

$$V = \left(\frac{2{,}070}{F}\right)^2 \sqrt{A}$$

Molto più semplice è invece rivolgersi a dei grafici che indichino la realizzazione con calcoli e prove eseguiti in laboratori opportuni, in questo modo si avrà la possibilità di realizzare esattamente il mobile antirisonante senza incorrere in errore od imprecisioni che la mancata conoscenza di alcuni elementi, che — come nella parte teorica abbiamo avuto modo di far osservare — potrebbero portare ad incongruenze.
Consideriamo un bass-reflex angolare come illustrato in figura 10 questo bass-reflex ha un'apertura che può essere di tipo normale o a guida d'onda. Si chiama apertura a guida d'onda quando abbia la parte posteriore prolungata all'interno come se fosse un condotto. Questo bass-reflex è adoperato particolarmente quando si vogliono raggiungere le condizioni di maggior avvicinamento al risonatore di Helmoltz e quindi si voglia calcolarlo con le formule relative.
La guida ha inoltre la propretà di aumentare la massa oscillante e permette conseguentemente di ridurre le dimensioni della cassetta riducendone quindi il costo. La massa d'aria racchiusa nella cassetta presenta una reattanza espressa dalla relazione:

$$X_s = \frac{\rho c^2}{j\ \omega\ V_L}$$

In cui ρ è uguale la densità dell'aria, c la velocità di propagazione del suono, $\omega = 2\pi f$ dove f è la frequenza e V_L è il volume della cassa. Detta reattanza deve venir compensata dalla reattanza della massa d'aria racchiusa nella guida. Tale reattanza è espressa, dopo opportuna semplificazione valevole se le dimensioni dell'apertura reflex sono piccole rispetto alla lunghezza d'onda, dalla relazione:

$$X_m = \frac{j\ \omega\ \rho}{\pi R_T^2} \cdot \left(\frac{16\ R_T}{3\pi} + L_T\right)$$

in cui R_T è il raggio del cerchio la cui area è uguale all'apertura, che può avere una qualsiasi forma.
L_T è la lunghezza della guida (se presente). Per avere la compensazione si dovrà scrivere

$$X_s = X_m$$

$$\frac{\rho c^2}{j\ \omega\ V_L} = \frac{j\ \omega\ \rho}{\pi R_T^2} \left(\frac{16\ R_T}{3\pi} + L_T\right)$$

da quest'ultima relazione si può ricavare il parametro incognito dopo aver prefissati gli altri tre; i parametri sono:
V_L volume della cassetta, πR_T^2 area dell'apertura, L_T lunghezza della guida, $\omega = 2\pi f$ in cui f è la frequenza di risonanza.
Nella formula semplificata non compaiono le caratteristiche del sistema mobile dell'altoparlante. L'esperienza consiglia di fare l'apertura eguale circa al foro dell'altoparlante. La frequenza di compensazione ω si sceglie eguale alla frequenza di risonanza dell'altoparlante stesso. Con l'ausilio, delle formule anzidette e di numerose prove sperimentali si sono ricavati alcuni grafici che permettono di realizzare i mobili Bass-Reflex senza bisogno di ricorrere al calcolo matematico.
In fig. 11 è illustrato il grafico relativo al calcolo del volume della cassetta acustica «Bass-Reflex» in funzione del diametro della membrana dell'altoparlante, e si riferisce a cassette acustiche senza guida interna, rispondenti cioè alle caratteristiche della figura 14.
Alla stessa fig. 14 si riferisce il grafico riportato in figura 12 che dà l'area della apertura in funzione del volume della cassetta acustica e della frequenza di risonanza, senza naturalmente considerare le casse acustiche che siano munite di guida.
Infine il grafico della fig. 13 dà la lunghezza della guida in funzione della frequenza di risonanza dell'altoparlante e del volume totale della cassetta acustica, per un altoparlante di 30 cm di diametro, ma si riferisce a una cassa acustica con guida d'onde di tipo uguale a quella illustrata nella fig. 10.
Per la realizzazione del mobile è indispensabile usare pennelli di legno compensato di buona qualità dello spessore non inferiore a 20 mm e con impiallacciatura disposta in tutte le superfici visibili nel modo che più piace al costruttore.
I blocchetti ed i listelli di rigidimento che generalmente si inseriscono negli angoli del mobile e che si pongono di traverso alle pareti più lunghe onde evitare possibili vibrazioni, devono essere realizzati in legno duro, mentre il compensato da 20 mm può andare bene per la realizzazione di altri contrafforti eventualmente necessari.
Si deve avere una cura notevole per far si che l'impermeabilità all'aria sia valida in tutte le giunzioni in modo che la pressione che si sviluppa all'interno durante la riproduzione alle frequenze basse, non abbia sfogo da altre aperture se non da quella opportunamente calcolata, le fughe d'aria in qualsiasi mobile per altoparlante determinano sempre una diminuzione di rendimento alle frequenze più basse, sempre per questa ragione è raccomandabile usare abbondantemente l'incollatura delle superfici di contatto prima di passare al consueto fissaggio con viti da legno.
Inoltre la costruzione deve risultare molto rigida, per assicurarsene è sufficiente battere le varie pareti con un martello o con le nocche delle dita: un rumore secco anzichè uno rimbombante garantirà l'esistenza della voluta rigidezza. Il pannello frontale del mobile baffle è generalmente asportabile in tutte le realizzazioni e non solidale col resto, per permettere il fissaggio dell'altoparlante e l'eventuale ispezione o sostituzione durante l'esercizio.
Posteriormente ad esso si possono porre dei listelli di irrobustimento i quali non dovranno toccare le due pareti terminali per non creare dei punti di contatto vibrante che potrebbero dare delle distorsioni; è bene anche inserire tra gli estremi di questi listelli di rinforzo e le pareti laterali dei gommini che permettono la rigida soluzione di continuità tra questi elementi di rinforzo e le pareti stesse. L'intero pannello può essere ricoperto una volta terminato da una tela a trama larga che verrà ripiegata sin dietro ai quattro lati del baffle e fissata alla sua facciata posteriore per ottenere la tenuta d'aria fra la parete di fissaggio dell'altoparlante ed il mobile si può usare del feltro in striscie, sistemato tutto intorno al lato posteriore della parete stessa e realizzare una analoga imbottitura di lana di vetro.
Chi vorrà costruirsi un bass-reflex, qualora lo trovi di suo gradimento, potrà chiudere con tela non tutto il pannello frontale ma solo la parte relativa alla bocca dell'altoparlante e alle aperture. Una volta terminata la costruzione consigliamo di spruzzare l'interno del mobile con un preparato che lo impermeabilizzi contro l'umidità e di colorare la faccia anteriore della parete cui è fissato l'altoparlante con una vernice scura onde evitare che per la trasparenza della tela si veda il foro corrispondente all'altoparlante stesso. Le prove fatte in cabina acustica hanno dimostrato che il rivestimento interno con materiali assorbenti, lana di vetro o d'altro non è prettamente indispensabile se le dimensioni del mobile non sono eccessivamente grandi. E' però prudenziale coprire la parte interna egualmente con un materiale assorbente onde evitare riflessioni. ■

Fig. 14 — Aspetto frontale e sezione laterale di « Bass Reflex » classico con soluzione angolare e normale.

Il disco stereofonico compatibile

a cura di A. CONTONI

di P. C. Goldmark, B. B. Banere
W. S. Bachman

da Audio - Maggio 1958

I dischi stereo possono essere incisi in modo da poter essere riprodotti con fonorivelatori normali monocanali e con la stessa durata degli attuali dischi microsolco. Gli autori dimostrano che ne risulta una minor usura del disco e una riduzione della distorsione.

Le nostre ricerche sul disco stereofonico sono state una logica estensione dello studio del disco microsolco e dei dischi a 16 2/3 giri al minuto, diametro 18 cm. extra microsolco.

Lo scopo da raggiungere era di ottenere un suono stereofonico eguale a quello dei migliori nastri stereo.

Il disco stereofonico microsolco deve essere compatibile, cioè deve potersi suonare usando qualsiasi fonografo disponibile monocanale in modo soddisfacente come gli attuali dischi microsolco normali. Ciò significa avere lo stesso livello sonoro e la stessa qualità riguardo alla risposta in frequenza, la distorsione ed il rapporto segnale - disturbo. Anche la durata della riproduzione dovrebbe essere la stessa. Era chiaro che solo in questo modo si sarebbe potuto realizzare un dolce passaggio fra l'attuale disco microsolco ed il nuovo disco stereo microsolco.

Per comprendere completamente la teoria relativa all'esecuzione del nuovo tipo di disco è necessario discutere brevemente i problemi della compatibilità. Questo a sua volta richiede la conoscenza di certe proprietà dei dischi monocanale e dei fono rivelatori.

Problemi relativi alla compatibilità.

In un disco a modulazione laterale i movimenti del solco e dello stilo sono essenzialmente nel piano del disco. Inoltre vi è pure un moto dello stilo perpendicolare alla superficie del disco imputabile al fenomeno noto come «pinch effect», la cui origine è mostrata in fig. 1. La larghezza e la profondità del solco rimangono costanti se misurati lungo il raggio del disco. Inoltre dove ha luogo la modulazione la sezione trasversale del solco subisce un ristringimento. Precisamente: nel punto P' la larghezza radiale W è la stessa che si ha nel punto P, ma la larghezza W' della sezione retta del solco in P' è minorata o «pinzata» secondo il fattore cos $\varnothing$, dove $\varnothing$ è l'angolo di modulazione. In seguito al ristringimento dell'angolo del solco, i profili del solco modificato e dello stilo, fanno si che lo stilo emerge in P' per adattarsi a tale diminuzione del solco. L'entità dello spostamento verticale risultante può essere di 7,6 micron, o più, o meno in dipendenza del livello di incisione, della velocità del solco (angolo di modulazione) e del raggio dello stilo. Se lo stilo fosse assolutamente rigido in senso verticale e quindi non si adattasse a seguire questo movimento di su e giù, si verificherebbe uno sgretolamento del solco che si risolverebbe in una riproduzione distorta e disturbata. Un altro effetto deleterio prodotto da insufficiente cedevolezza verticale dello stilo è un dannoso gracchiamento trasmesso dal disco al braccio del fono rivelatore. I progettisti di fonorivelatori hanno da molti anni riconosciuto l'importanza della libertà verticale dello spostamento ed hanno fornito i rivelatori per modulazione laterale di un conveniente grado di cedevolezza verticale, che nella maggior parte dei casi è circa uno o due terzi della cedevolezza laterale.

Quindi quasi tutti i rivelatori laterali possiedono già una capacità intrinseca di ammettere uno spostamento verticale di almeno 7,6 micron, perciò l'informazione supplementare richiesta dalla stereofonia potrebbe essere affidata a tale proprietà. L'elasticità del materiale del disco è un altro fattore, che, per quanto in minor misura, è senza dubbio importante. Con un fonorivelatore di 6 grammi, lo stilo di 25 micron penetra per circa 2 micron nella parete del solco di un disco di vinilite e ciò corrisponde ad uno spostamento verticale di circa 2,5 micron. Perciò lo spostamento verticale totale che un disco può presentare a tutti i fonorivelatori monocanale,

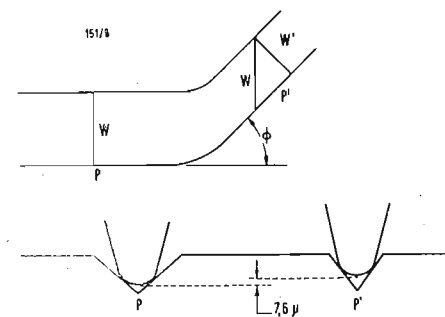



Fig. 1

La deviazione di un solco laterale dalla sua spira normale provoca un ristringimento effettivo del solco, come visto da uno stilo sferico, producendo un «effetto di pinzatura».

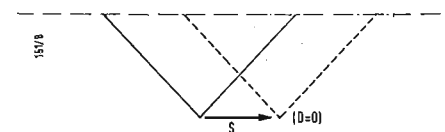



Fig. 2

Quando si registra il segnale «somma» in una registrazione stereofonica, la modulazione risultante è laterale.

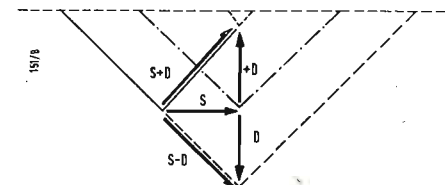



Fig. 3

Quando il segnale «differenza» è uguale al segnale «somma», la modulazione risultante è verticale.

senza provocare un funzionamento falloso, è grosso modo di 10 micron, ossia ± 5 micron rispetto alla posizione di equilibrio.

Un altro aspetto della compatibilità riguarda il modo con cui viene registrata sul disco l'informazione stereofonica.

Poichè la stereofonia richiede almeno due canali, il solco deve essere modulato in due direzioni ortogonali, per far sì che un canale non interferisca con l'altro. In certi sistemi di dischi stereofonici si ha un canale per la modulazione orizzontale e l'altro per la modulazione verticale. Ciò conduce ad un disco compatibile, perchè i fonorivelatori monocanale riproducono solo l'informazione portata dal canale registrato lateralmente.

Nel nuovo disco stereofonico che stiamo per descrivere, i canali sinistro (A) e destro (B) vengono convertiti in un segnale somma S = A + B e in un segnale differenza D = A — B. Il segnale somma viene registrato come modulazione laterale ed il segnale differenza a come modulazione verticale. Il segnale somma contiene tutta l'informazione che è attualmente contenuta nei dischi normali microsolco. Il segnale differenza invece reca l'informazione spaziale essenziale per la stereofonia.

Per chiarire l'azione di questo segnale differenza nella riproduzione stereofonica consideriamo il caso di due canali identici che vengono riprodotti con due altoparlanti separati. Il suono risultante sembra uscire da un'unica sorgente posta a metà fra i due altoparlanti. Questo in realtà sarebbe un suono monoauricolare. Si producono effetti spaziali solo quando i canali sinistro e destro differiscono tra di loro. In altri termini è la *differenza* fra i canali sinistro e destro, che produce stereofonia, se opportunamente combinati col segnale somma.

Un disco registrato col canale A + B come modulazione laterale e col canale A — B come modulazione verticale, verrà riprodotto usando un fonografo monocanale, come un comune disco microsolco, supposto che le restrizioni sopra ricordate circa i limiti della modulazione verticale, siano rispettate. Lo stesso disco darà il suono stereo se riprodotto con riproduttori stereofonici.

Disco stereofonico.

Esaminiamo dapprima il tipo di modulazione che si ottiene quando si incide solamente il segnale somma. La fig. 2 mostra il profilo di un tale solco, dove la posizione iniziale del solco è indicata con tratto continuo (la curvatura inferiore è stata omessa per semplicità). Quando al solco si applica il segnale somma come modulazione laterale il solco si sposta in una nuova posizione come indicato dalla linea tratteggiata. In questo caso particolare l'informazione somma non viene registrata (D = 0), per modo che l'estremità del solco rimane in un piano parallelo alla superficie del disco. Ciò, naturalmente, conduce a un disco microsolco normale contenente tutta l'informazione di entrambi i canali, eccetto l'effetto di stereofonia. Riferiamoci ora alla fig. 3, dove in aggiunta alla somma o segnale S è stata pure registrata la differenza e l'effetto di questo segnale D sulla compatibilità verrà ora discusso.

Supponiamo di registrare un suono estremamente stereofonico con l'informazione che arriva solo dal canale sinistro, mentre il segnale dal canale destro è zero.

In questo caso il segnale somma sarà: S = A, e il segnale differenza: D = A; allora S e D sono numericamente uguali e rappresentati dai vettori S e + D in fig. 3. Lo spostamento dell'apice del solco seguirà il vettore S + D agente a + 45°. Il profilo del solco spostato è indicato dal piccolo triangolo punteggiato e si vede che ciò che rimane di esso non può guidare lo stilo di un fonorivelatore.

Supponiamo ora che il segnale stereofonico sia contenuto nel canale B solamente, il canale A essendo uguale a zero, allora S = B e D = — B; perciò D è ancora numericamente uguale a S, ma è diretto in basso. Lo spostamento dell'apice del solco è determinato dal vettore S — D agente a — 45°, ed il numero profilo del solco è mostrato con linee tratteggiate. Si noti che lo spazio occupato da questo nuovo profilo è sostanzialmente più grande dello spazio occupato da un normale solco monocanale. Perciò il tempo in cui dura il suono di questo disco sarà sensibilmente minore di quello di un disco microsolco.

Inoltre sarà notato che il sistema ora descritto contiene tanta modulazione verticale quanta laterale a qualsiasi livello quando A o B sono zero.

Se si tenta di incidere su di esso tanta modulazione laterale quanta usualmente se ne incide su un microsolco, la modulazione verticale corrispondente supererà la possibilità di guida dei comuni fonorivelatori monocanale. Si ricordi che per la compatibilità la massima modulazione verticale non deve superare circa ± 5 micron, e non è infrequente trovare dei picchi di ampiezza di modulazione laterale nei microsolco, che raggiungano valori di ± 25 micron. Allora per ottenere la compatibilità il disco ora descritto dovrebbe essere inciso a un livello di circa 14 dB inferiore del livello di un normale microsolco, il che porterebbe ad una corrispondente riduzione del rapporto segnale/disturbo.

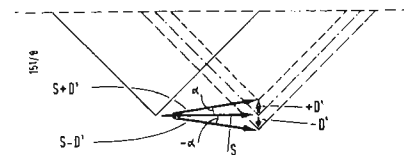
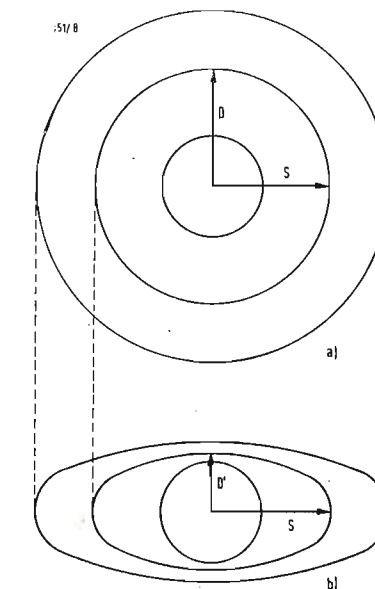
Vi è inoltre ancora un'altra ragione per cui questo disco è incompatibile. Con riferimento alla fig. 4 il segnale somma da solo è rappresentato dalla freccia S e le posizioni estreme della parete del solco modulato da S corrispondono allo spostamento q della parete laterale nella direzione perpendicolare alla parete stessa. Se il segnale è sinoidale, alle alte velocità di modulazione lo stilo di raggio 25 micron può essere giustamente capace di tracciare questa modulazione. Se poi si somma il segnale D, lo spostamento della parete laterale diviene q' che può essere anche il doppio di q. Lo stilo di 25 micron non sarebbe più capace di tracciare questa modulazione, come mostrato dalla curva a sinistra in alto, e quindi si genererebbe una considerevole distorsione.

Fig. 4
Quando il segnale « differenza » è uguale al segnale « somma », lo stilo può incontrare difficoltà a tracciare il solco.

Fig. 5
Schema a blocchi del sistema di registrazione compatibile.
I segnali sinistro e destro entrano a sinistra, vengono mescolati in una matrice, prima di alimentare la punta tagliente orrizzontale-verticale. Un nuovo processo matriciale permette di alimentare un incisore 45/45 oppure i circuiti monitori sinistro e destro.

A motivo dell'inclinazione a 45° dei vettori S + D e S — D rispetto all'orizzontale, il metodo ora descritto è equivalente al cosidetto sistema 45/45.

Quest'ultimo pone un dilemma: o il livello generale di registrazione di entrambe le modulazioni laterale e verticale deve essere apprezzabilmente ridotto per permettere l'uso degli esistenti rivelatori monocanale, o, se il livello fosse mantenuto come negli attuali dischi microsolco, la maggioranza dei fonorivelatori esistenti non potrebbero riprodurre il disco stereo.

Altri seri problemi sarebbero la generazione di distorsione e la riduzione della lunghezza di registrazione. Stando così le cose nessuna variante potrebbe fornire un disco soddisfacente compatibile.

Il nuovo disco compatibile.

Era scopo degli autori durante i lunghi anni di ricerca sui dischi stereofonici di sviluppare un sistema che fosse completamente compatibile con gli esistenti fonografi e che fornisse la richiesta impressione stereofonica all'uditore. Il nuovo sistema di disco che concilia queste esigenze è basato sui seguenti principi.

Poichè si desiderava produrre un disco stereofonico con lo stesso livello di suono dei dischi microsolco e che potesse pure essere usato con gli esistenti rivelatori monocanale, la risposta sembrava stare in un disco stereofonico con ampiezza piena laterale, ma con ampiezza verticale notevolmente ridotta.

Sono stati fatti studi sulla natura del suono stereofonico irradiato da due altoparlanti separati da una sufficiente distanza. Il suono composto giungente all'osservatore veniva analizzato in termini dei segnali somma S = A + B e differenza D = A — B. Si è così trovato che la maggior parte dell'energia utile del suono irradiato era convogliata dal segnale somma.

Successivamente a questo si è determinata la minima entità del segnale differenza, che era necessaria per ottenere il pieno effetto stereofonico in funzione della frequenza e dell'intensità. I risultati sono stati importanti e si è elaborata una legge secondo la quale il segnale differenza era limitato fra valori variabili alle diverse frequenze. Allora si è studiato un « cervello elettronico » (chiamato ASRA = Automatic Stereophonic Recording Amplifier) capace di variare automaticamente il segnale differenza in accordo colle esigenze stabilite.

Inserendo l'ASRA fra il nastro stereo originale e il sistema stereofonico di altoparlanti monitori come mostrato in fig. 5, l'esclusione e l'inclusione istantanee del circuito ASRA forniva una valutazione molto critica del segnale differenza modificato. Per simili rigorosi esperimenti comparativi i segnali somma e differenza vengono convertiti attaverso una matrice nei segnali dei canali sinistro e destro: A = (S + D)/2 e B = (S — D)/2 che vengono poi riprodotti mediante due amplificatori convenzionali e altoparlanti. Detto D il segnale differenza originale ricavato dal nastro pilota per mezzo della matrice, e D' il segnale modificato prodotto dall'ASRA, commutando indietro e avanti allo scopo di eseguire prove di confronto, si possono udire i seguenti segnali dal lato destro e dal lato sinistro: subiscono un nuovo processo ma-

Per D', [commutatore in posizione (1)]

$$A = \frac{S + D}{2}; \quad B = \frac{S - D}{2}$$

Per D', [commutatore in posizione (2)]

$$A' = \frac{S + D'}{2}; \quad B' = \frac{S - D'}{2}$$

Coi regolatori posti nelle condizioni di optimum, commutando fra (1) e (2) non si sono riscontrate differenze apprezzabili. L'introduzione dell'ASRA era utile per tagliare un disco stereo compatibile ricavato da un nastro pilota a due piste.

Fig. 6
L'effetto dell'ASRA è di ridurre l'ampiezza relativa del segnale differenza rispetto al segnale somma.

Fig. 7
Il tipo di modulazione ottenuto col sistema descritto è noto come « ellittico ». Queste figure indicano gli estremi dei luoghi delle posizioni della punta dello stilo.

L'ASRA viene ora collocato fra il nastro pilota e gli amplificatori di registrazione dell'incisore stereo.

Se quest'ultimo è il cosidetto tipo 45/45, le uscite S e D' dell'ASRA triciale per ricavare B' e A'; se si usa un incisore di tipo laterale-verticale, non occorre la nuova matrice e S e D' vengono direttamente applicati agli amplificatori di registrazione.

Il genere di modulazione ottenuta coll'ASRA è mostrato in fig. 6. Se, per es. B = o, è S = A, ma il segnale differenza modificato D' non è generalmente uguale ad A; invece D' è diverso da A in funzione della frequenza e dell'ampiezza. Al livello di picco della modulazione lo spostamento dell'apice del solco sarebbe come indi-

cato dal vettore S + D' che forma un angolo α col vettore S. Per A = o lo spostamento dell'apice del solco è indicato dal vettore S — D' diretto secondo l'angolo α. Si noti che il profilo del solco si conserva simile a quello del disco microsolco (fig. 2) e perciò non sorgono problemi gravi di guida della puntina o di distorsione quando si usi un rivelatore monocanale. Poichè α può assumere valori disparati quando B = 0 o A = 0 in funzione della frequenza e dell'ampiezza, il sistema risultante di modulazione viene chiamato « modulazione ellittica », in cui l'asse maggiore è S e l'asse minore è D'. Per certi valori di S e per certe frequenze l'eccentricità dell'ellisse è zero o S — D'. Questo tipo di modulazione è mostrato in b) in fig. 7. Nei sistemi convenzionali stereofonici D ed S sono sempre uguali quando A = 0 o B = 0, quindi l'eccentricità è sempre zero come mostrato in a) in fig. 7.

Nel nuovo sistema stereofonico la massima ampiezza della modulazione verticale è solo circa 1/8 dell'ampiezza laterale, quantunque il rapporto delle due può approssimarsi all'unità ai bassi livelli come pure a certe frequenze. A motivo della piccola entità della modulazione verticale le qualità di conservazione dei nuovi dischi stereofonici sono uguali a quelle del disco normale a lunga durata, come è stato confermato da prove eseguite in proposito.

La conservazione della puntina (stilo) è stata controllata usando dei fonorivelatori economici comuni.

Anche in questo caso si è riscontrato che l'usura della puntina era la stessa di quella dei dischi standard a microsolco.

Qualunque tipo di rivelatore stereofonico può essere usato col nuovo disco stereo compatibile.

Schermi di principio di alcune connessioni utilizzabili con i rivelatori laterale-verticale e coi cosidetti 45/45, sono indicati in fig. 8. ■

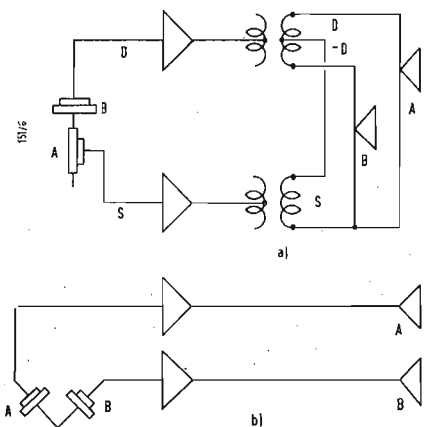
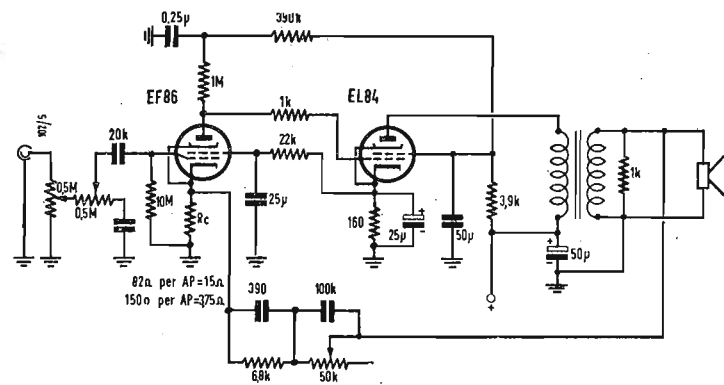



Fig. 8
Metodi di collegare i fonorivelatori per la riproduzione stereofonica - a) con rivelatore laterale - verticale (si noti la matrice nel circuito di uscita) - b) con rivelatore 45/45.

Soluzione definitiva di AMPLIFICATORE ad ALTA FEDELTA' con stadio finale non simmetrico

di G. NICOLAO

Fig. 1
Circuito elettrico dell'amplificatore d'alta qualità « 3-3 » MULLARD.

Dopo avere esaminato i vari casi con cui è possibile risolvere la realizzazione di un amplificatore con stadio finale non simmetrico capace di essere contenuto nei limiti dell'alta fedeltà, passeremo ora ad esaminare un circuito realizzativo che è stato da noi sperimentato e ha dato ottimi risultati. Questo circuito può essere realizzato molto semplicemente essendo molto economico e di pratica messa a punto.

L'idea originale di questo circuito proviene dalla Müllard che lo ha realizzato denominandolo « Starvation ».

I primi esperimenti per la realizzazione di un amplificatore con uno stadio finale non simmetrico risalgono all'agosto 1955 quando la Müllard propose una versione di amplificatore a tre valvole denominandolo amplificatore « Tre valvole Tre Watt ». L'amplificatore « tre tre » e lo Starvation hanno la caratteristica di utilizzare nello stadio d'ingresso un pentodo ad alta pendenza quale amplificatore sotto alimentato, onde ottenere un guadagno in tensione il più elevato possibile. I primi studi per effettuare la realizzazione di un amplificatore che facesse uso soltanto di un pentodo ad alta pendenza e di una valvola finale di elevata qualità oltre che del sistema normale raddrizzatore, prese l'avvio dall'esame di un circuito analogo realizzato dagli americani, con l'impiego nello stadio preamplificatore di una valvola 6AK5. Questo pentodo miniatura, conosciuto per l'impiego in amplificatori per frequenze molto alte, e particolarmente nel campo delle onde ultracorte, ha le capacità interelettrodiche (griglia - catodo e placca - catodo) molto basse, per cui anche con una resistenza anodica di notevole valore permette di ottenere una vantaggiosa amplificazione lineare nel campo delle più alte frequenze.

Questo pentodo viene realizzato anche nelle serie di valvole europee con la denominazione di EF95, ma non è stato scelto nella realizzazione dell'ultimo apparecchio denominato « TRE-TRE » per ridurre al minimo il costo dell'amplificatore. Esaminando lo schema (fig. 1) potremo notare che la resistenza anodica della EF86 ha il valore di 1MΩ per cui, la tensione di placca di questa valvola si trova al potenziale di 20 V. Ciò permette di collegare direttamente questo elettrodo alla griglia del pentodo finale EL84, a condizione di inserire tra il catodo e la massa una resistenza del valore 560 Ω sullo stadio finale. Con questo collegamento diretto è sensibilmente favorito il passaggio delle frequenze basse, e si migliora la stabilità dell'amplificatore in presenza di un forte tasso di controreazione.

Restava a questo punto da risolvere il problema di controllare in un certo campo la tensione di polarizzazione applicata alla EL84 o, in altre parole, l'escursione della tensione di placca della valvola EF86. Buoni risultati vennero ottenuti inserendo una controreazione in corrente continua, collegando cioè la griglia schermo della EF86 al catodo della valvola EL84.

In questo modo la corrente anodica della EF86 è direttamente proporzionale alla tensione griglia-catodo della EL84 per cui si può praticamente considerare costante. Data la presenza di un guadagno molto elevato nella valvola amplificatrice EF86 sotto alimentata, si può ammettere nell'amplificatore un tasso di controreazione totale di 20 dB. Il collegamento diretto tra la valvola preamplificatrice e la valvola finale stabilizza il funzionamento dell'amplificatore alle frequenze basse mentre alle frequenze alte il sione presente alla placca della valvola preamplificatrice sia tale da assicurare in unione alla resistenza di catodo della valvola finale la giusta polarizzazione di griglia della EL84. Non è neppure da sconsigliare il ritorno ad una valvola di basse capacità interelettrodiche e disperse quali le 6AK5 o EF95 che hanno, nel contempo, un guadagno sufficiente per assicurare un buon funzionamento dell'amplificatore. Le caratteristiche dell'amplificatore descritto sono le seguenti:

Potenza nominale:

3 W a 400 Hz, per una distorsione armonica totale dell'1%. La curva della distorsione totale in funzione della potenza d'uscita è illustrata nella fig. 2.

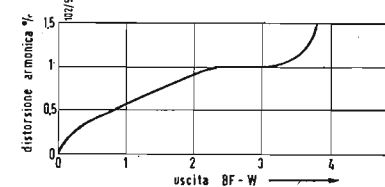
all'ingresso per ottenere una potenza d'uscita di 3 W.

Ronzio e rumore di fondo:

inferiori a 70 dB relativi a 3 W d'uscita.

Effetto dei controlli di tono:

massima deenfasi degli acuti 12 dB a 10 kHz; massima enfasi dei gravi 14 dB a 80 Hz.

Il semplice amplificatore descritto ha sollevato notevole interesse in tutti i paesi in cui è vivo il problema dell'Alta Fedeltà. Un alimentatore atto ad essere collegato con l'amplificatore descritto è illustrato nella fig. 4. In Francia la Rivista « Revue de Son » prendendo in considerazione le caratteristiche assai interessanti di questo amplificatore, lo esamina dal punto di vista della

Fi. 2
Distorsione totale in funzione della potenza d'uscita.

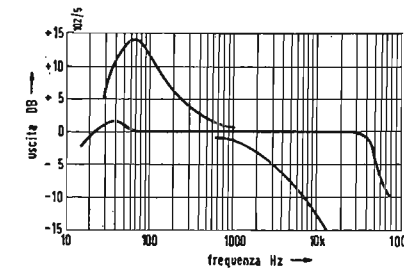



Fig. 3
Curva di risposta ampiezza-frequenza.

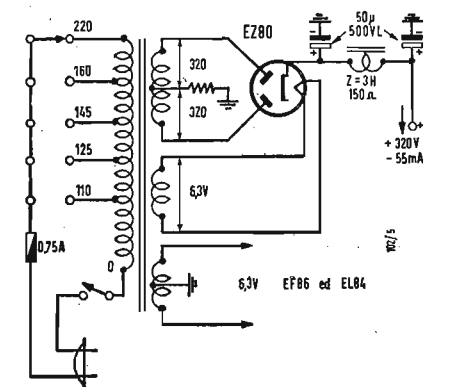



Fig. 4
Alimentatore a basso rumore per l'amplificatore « 3-3 » descritto.

limite d'amplificazione e la linearità della curva sono limitati esclusivamente dalla forte resistenza anodica della EF86 e dalle capacità parassite di questa valvola e dei collegamenti ad essa connessi. Sarà quindi opportuno, avendone la possibilità, e cioè potendo premettere a questo amplificatore un sistema preamplificatore (seppure composto di un solo stadio), diminuire la resistenza anodica per quanto possibile della valvola EF86 aumentando in questo modo la resa lineare alle frequenze alte. E' necessario però controllare che la ten-

Curva di risposta potenza - frequenza:

3 W disponibili nel campo compreso tra 100 e 10.000 Hz.

Curva di risposta ampiezza - frequenza:

rettilinea da 40 a 25.000 Hz entro più o meno 1 dB. La curva relativa a questa risposta è illustrata nella fig. 3.

Sensibilità:

sono necessari 100 millivolt efficaci dinamica e quindi della piccola potenza d'uscita. Prevedendo che tre watt di picco possano essere insufficienti per rendere quelle qualità, che definiscono l'alta fedeltà essa propone di sostituire alla EL84 una valvola EL34 in modo da ottenere, con un consumo anodico dell'ordine di 70 milliampere, una potenza di uscita dell'ordine di 6 W senza sorpassare 1% di distorsione. Il carico anodico di questa valvola però dovrebbe essere di circa 3000 ohm mentre nel caso della EL84 il carico opportuno in questa applicazione è di 5000 Ω. Sarà inoltre necessario modificare il valore del-

la resistenza di catodo della valvola EL34 per regolare la tensione di griglia schermo della EF86 ad un valore conveniente che assicuri la importantissima giusta polarizzazione alla griglia della valvola finale. Uno schema impiegante la valvola EL84 in amplificatore non simmetrico e suggerito dalla Philips è già stato descritto su questa rivista.

Lo « Starvation »

L'apparecchio è realizzato con uno stadio amplificatore di tensione con EF86 e con uno stadio finale realizzato con valvola EL84. L'accoppiamento tra le due valvole è diretto e l'alimentazione della prima valvola avviene tramite una resistenza di alto valore e di un circuito di filtro, mentre l'alimentazione di griglia schermo della stessa valvola viene ottenuta prelevando la tensione dal catodo della seconda (fig. 5). Il trasformatore d'uscita è particolarmente i m p o r t a n t e in quanto richiede una realizzazione accurata perchè possa dare i migliori risultati. Altrettanto è necessario che alcune delle resistenze siano scelte con una tolleranza molto stretta.

Esaminandolo dal principio potremo vedere che questo amplificatore consta di un potenziometro da 0,5 MΩ il cui cursore fa capo alla griglia controllo della valvola preamplificatrice tramite un condensatore da 20.000 pF, ed un sistema di controllo di tono per le frequenze alte.

La polarizzazione della valvola è automatica ed è ottenuta traverso una resistenza molto forte posta nel circuito della stessa griglia. La prima valvola ha una resistenza di carico anodico di 2,2 MΩ ed è accoppiata alla griglia controllo della valvola successiva tramite una resistenza da 1 kΩ posta per evitare oscillazioni e tendenze allo innesco. La griglia schermo della stessa valvola è collegata al catodo della valvola finale tramite un filtro costituito da una resistenza da 1 MΩ e da un condensatore da 0,1 μF, anche essi posti per evitare ritorni sulla griglia schermo. La seconda valvola EL84 ha una resistenza di catodo (680 ohm) assai superiore al valore normale shuntata da un condensatore elettrolitico di notevole capacità. La griglia schermo fa direttamente capo alla linea del positivo ed è disaccoppiata da una resistenza **da 12** kΩ che serve anche da filtraggio per la rete d'alimentazione della prima valvola. La resistenza da 150 Ω inserita sulla griglia schermo ha la funzione di evitare eventuali oscillazioni parassite a frequenze molto alte. Dal secondario del trasformatore d'uscita si stacca una rete controreattiva con due condensatori e due resistenze di correzione, che fa capo al catodo della prima valvola preamplificatrice. Una delle due resistenze è variabile e permette di regolare l'enfasi o l'attenuazione delle frequenze basse in modo da ottenere quello che comunemente è chiamato « bass boost ».

Oltre a queste caratteristiche l'amplificatore è comune e richiede una alimentazione di 320 V sulla placca della EL84 che devono essere estratti da un alimentatore il cui filtraggio sia assolutamente sicuro (fig. 4). La resistenza di catodo della prima valvola denominata R deve essere da 82 Ω per un'impedenza d'uscita di 15 ohm sul secondario del trasformatore e da 150 Ω per un'impedenza d'uscita di 3,75 Ω sullo stesso secondario del trasformatore. La sensibilità è — 17 dB per 3 W. mentre sarebbe di — 34 dB per 3 W se la contro reazione non fosse inserita. In altre parole con la controreazione è necessario un segnale di 100 millivolt all'ingresso per ottenere la potenza d'uscita massima di 3 W. Questo amplificatore ha caratteristiche particolarmente brillanti anche se realizzato con una valvola di piccola potenza, in quanto la linearità è di ± 1 dB con una distorsione totale che non supera in questo campo l'1%. Da prove da noi fatte però abbiamo visto che la distorsione non aumenta se si scende verso i 50 Hz e si sale fino a 12 e 13.000 Hz, e la potenza d'uscita si mantiene stabile sull'ordine dei 3 watt qualora le resistenze e i condensatori inseriti nel circuito abbiano i valori indicati dallo schema e la loro tolleranza sia sufficientemente buona. Per l'estensione della risposta lineare alle alte frequenze è indispensabile che i collegamenti e lo zoccolo della EF86 abbiano capacità disperse o parassite a s s a i piccole. Per l'estrema semplicità costruttiva e il minimo ingombro questo circuito si presta particolarmente per essere realizzato con la tecnica dei circuiti stampati. E' appunto in questo modo che è stato realizzato dall'autore. La realizzazione pratica è illustrata nella fig. 6. ■

Fig. 5
La variazione « Starvation » di un amplificatore non simmetrico per Alta Fedeltà suggerita dalla « Müllard ». Le impedenze caratteristiche del trasformatore d'uscita Tu devono essere: 5000 Ω impedenza primaria e 3,75 Ω impedenza secondaria. La risposta è lineare tra 100 Hz e 10 kHz entro ± 1 dB a piena potenza. La distorsione totale non supeera lo 1,5% in queste condizioni.

Fig. 6
Pannello a circuito stampato.

ALTA FEDELTA' ED ARTE

POSSIBILITÀ DI UN ACCOSTAMENTO

Dott. P. RIGHINI

L'ing. Nicolich nel numero 4 (aprile 1958) della rivista « alta fedeltà » pone la questione dell'accostamento della riproduzione sonora, secondo la tecnica d'alta fedeltà, all'arte. Tale questione è oggi di viva attualità, sia per ciò che riguarda la parte tecnica vera e propria, sia per quello che deve riferirsi alla ricerca, attraverso il mezzo elettroacustico, di un linguaggio che, pur attingendo in senso lato al mondo del suono, possa costituire la base di un'espressività integrativa, più che complementare, dell'arte m u s i c a l e. Purtroppo la maggior parte dei musicisti non conosce o misconosce le grandi possibilità che l'elettroacustica può offrire all'arte dei suoni; da questa lacuna ne deriva non solo incomprensione, ma anche una palese riluttanza ad accettare alcuni insegnamenti della tecnica e per compiere un primo passo verso un così importante aggiornamento della propria cultura professionale. Mi rendo ben conto che affermando tale concetto farò torcere il naso a più di un collega di Conservatorio, ma il mondo è sempre progredito nonostante queste contorsioni. In merito alla nostra questione penso anzitutto che occorra distinguere tra la tecnica dell'alta fedeltà intesa a realizzare nel miglior modo possibile la riproduzione elettrofonica di un'esecuzione musicale e la ricerca di un linguaggio sonoro integrativo dell'arte musicale, di cui, ad esempio, la musica elettronica è uno degli aspetti più noti. Per il primo punto della questione il termine «alta fedeltà » è senza dubbio il più idoneo ad esprimere la finalità che si intende conseguire attraverso questa tecnica. D'altra parte non dobbiamo dimenticare che anche la stessa esecuzione musicale, quando raggiunge un alto livello tecnico- interpretativo, non è altro se non la fedele concretizzazione di ciò che l'autore ha fissato nella sua partitura. L'alta fedeltà è dunque costituita da una catena di relazioni che vanno dall'interpretazione della partitura, all'esecuzione ed alla fedele riproduzione della stessa attraverso il mezzo elettrofonico. Esiste quindi l'arte creativa vera e propria, esiste l'arte interpretativa ed esecutiva e, sia pure entro certi limiti, può esistere anche un'arte nella tecnica realizzatrice dell'alta fedeltà, tecnica che comprende non solo il fatto più o meno meccanico della produzione della registrazione, ma tutto ciò a cui bisogna adempiere affinchè il risultato possa dirsi veramente fedele. Mi sia consentito a questo punto di riferirmi ad un'esperienza di lavoro tutt'altro che comune e della quale debbo dir qualcosa, cercando di superare un comprensibile ritegno personale, solo perchè attraverso di essa hanno preso consistenza alcune mie convinzioni attinenti all'attuale argomento. Dopo essere stato per molti anni prima parte in alcune tra le maggiori orchestre sinfoniche italiane ed aver avuto così occasione di collaborare con i maestri di maggior rilievo, da qualche anno curo le riprese sonore dell'orchestra sinfonica di Torino, trovandomi, così, con la mia precedente esperienza professionale, ad essere inserito nel punto più delicato della congiunzione tra l'esecuzione musicale e la prima e più importante fase della riproduzione elettroacustica della stessa, ossia dove attraverso il mezzo tecnico si deve realizzare il più fedelmente possibile lo stesso equilibrio musicale voluto dal concertatore. E' appena necessario dire che una qualsiasi carenza in questo campo renderebbe inutile la tecnica dell'alta fedeltà, ancorchè si avesse la riproduzione perfettamente lineare di tutte le frequenze interessanti il campo di udibilità. Dal giusto rilievo dei piani sonori nasce la prima manifestazione di alta fedeltà, anche se il contenimento della dinamica, che è sempre la più pedestre preoccupazione nella tecnica della ripresa, impone spesso qualche sacrificio di cui ben volontieri si vorrebbe fare a meno. I limiti delle possibilità tecniche mai appaiono così chiari come in questo genere di lavoro e se talvolta essi costituiscono un'inevitabile necessità a cui bisogna cedere il passo, in compenso non poche volte accade che in coincidenza di determinate partiture, sia il direttore d'orchestra, sia gli esecutori ed anche qualche autore, preferiscano decisamente più l'esecuzione registrata che la medesima ascoltata dal vivo. Potrei citare casi e nomi illustri, ma la cosa non mi sembra ora nè necessaria nè opportuna. I casi sono comunque abbastanza frequenti e da un punto di vista statistico è palese che essi aumentano man mano che la conoscenza della alta fedeltà va diffondendosi. Quello però che più importa, poichè da ciò la nostra questione può avere un indirizzo assolutamente oggettivo, è che quasi sempre i suddetti casi si riferiscono a costruzioni musicali in cui il rilievo dei particolari o l'ottenimento di certi effetti è la cosa più importante imposta dalla partitura. Esistono dunque affinità o contrasti spontanei tra musica e tecnica di cui è necessario tener conto. Scelgo, tanto per dare un'idea. alcuni esempi teorici d'ordine generico ma di carattere opposto: la musica in cui predomina una grande fusione degli elementi ritmici e melodici, nonchè pienezza e pomposità di strumentazione, come a dovizia ce ne ha fornito l'esasperato romanticismo di fine secolo e come sono taluni « concertati » del repertorio lirico, è sempre di grande difficoltà per la ripresa sonora e quindi per la radiodiffusione o la registrazione, mentre quando gli elementi dominanti sono la chiarezza della melodia, la possanza del ritmo o la vivacità del colore strumentale, le possibilità di realizzare una buona e fedele riproduzione elettronica sono senz'altro notevolissime.

E' ben vero che l'alta fedeltà deve essere rivolta a tutta la musica, ma è ancor più vero che vi sono musiche decisamente riluttanti rispetto la tecnica elettrofonica, mentre ve ne sono altre più concilianti ed altre infine che trovano in questa tecnica la loro più valida alleanza. Oserei dire che in certi casi può esistere addirittura un'interpretazione elettrofonica d e l l a partitura, il cui pregio artistico dipenderà tanto dal contenuto vero e proprio della partitura stessa e dall'esecuzione, quanto dall'aderenza della ripresa sonora alla concertazione e dal pieno sfruttamento delle possibilità offerte dalla elettroacustica, le quali, ben più spesso di ciò che non si creda, consentono l'ottenimento di effetti pregevoli altrimenti impensabili.

In ogni modo, l'esistenza di musica che trova nella sua riproduzione attraverso la tecnica dell'alta fedeltà un vantaggio estetico, basta già da sola a giustificare l'attribuzione di un determinato valore artistico, di carattere decisamente tecnico, alla registrazione su nastro o su disco prodotta con questo stesso criterio tecnico.

La distribuzione tra genere e genere di musica rispetto la sua compatibilità con le possibilità che la tecnica mette a nostra disposizione, oltre fornire all'alta fedeltà un indirizzo preferenziale, consente una preziosa informazione per il secondo punto della nostra questione, ossia la ricerca di un linguaggio elettrofonico autonomo od ausiliario rispetto la tradizionale tecnica musicale.

L'impostazione dell'argomento può però essere più chiaro non ricorrendo al termine « alta fedeltà » per designare la tecnica di cui si deve valere questo linguaggio. Si tratta infatti non più della fedele riproduzione di costruzioni artistiche preesistenti, ma della produzione stessa di idonee costruzioni artistiche. La musica elettronica ne è un chiaro esempio, sia come fatto a sè stante sia come dimostrazione di nuove possibilità collaterali ai mezzi strumentali classici. Gli esempi già usciti dallo stadio di tentativo sono abbastanza numerosi e se questo nuovo linguaggio è ancora alla ricerca della messa a punto dei suoi elementi costituzionali, ciò non vuol dire che sia privo di fecondità rispetto il suo futuro. Cito ora alcuni brani,

frutto dell'ingegno e della maestria di alcuni pionieri che hanno avuto il coraggio di guardare più avanti che indietro.

1°) Disco allegato al n. 3 (3° trimestre 1956) della rivista « Elettronica », contenente numerosi esempi offerti dalla tecnica della musica elettronica, nonchè due brani musicali veri e propri, pensati e costruiti per la medesima tecnica: a) L. Berio: « Mutazioni »; b) B. Maderna: « Notturno ». Studio di fonologia della RAI. Milano.

2°) Disco « Capitol » SAL 8385, che nel quarto solco della prima facciata contiene un brano di Faberman « Section of Evolution », scritto per soli strumenti a percussione, ma elaborato con una raffinatissima tecnica elettroacustica di alta fedeltà, che raggiunge effetti addirittura sorprendenti.

3°) Disco RCA A 12 R 0267, del quale cito, sempre a proposito di magistrale elaborazione elettroacustica in alta fedeltà, il primo solco della prima facciata, che contiene la suite sinfonica « Avventura nell'alta fedeltà », composta e diretta da R. Russel Bennet, ed eseguita con elementi dell'Orchestra Sinfonica della NBC.

4°) « Watterloo »; di L. Berio; un notevolissimo lavoro radiofonico, in cui l'autore ha usato l'orchestra tradizionale, la parola, i rumori e la tecnica elettronica, ottenendo un risultato altamente suggestivo.

Questi lavori, che beninteso non sono i soli del genere, nè io ho inteso farne antologia, ma solo citazione esemplificativa, sono stati concepiti appositamente per la tecnica elettronica autonoma od ausiliaria dei mezzi classici, sono di un'efficacia veramente impressionante Non si può non riconoscere in essi una fantasia creativa connaturata con la tecnica elettroacustica ed eccitata dalla conoscenza di questi nuovi elementi sonori, che per l'artista costituiscono una tavolozza di cui si vale il suo estro per la costruzione della composizione.

Vi sono già stati dei tentativi di mettere in grafia partiture di musica elettronica ed è appena necessario osservare che anzichè il pentagramma queste partiture portano dei diagrammi cartesiani. Ciononostante si ha la sensazione che questo nuovo linguaggio sonoro non abbia ancora trovato la sua espressione grafica più felice, pur esistendo per esso la possibilità di essere tradotto in dottrina teorica e pur essendo certamente suscettibile di codificazione e quindi di divulgazione universale con pieno diritto di cittadinanza nel mondo dei suoni. Quale potrà essere la vera e definitiva portata di queste innovazioni è sin troppo facile dire che è difficile saperlo oggi; una cosa è però certa ed è che nonostante le nostre più o meno giuste diffidenze siamo alle soglie di un'epoca che ha aperto all'arte musicale l'uso di mezzi completamente nuovi svincolati da ogni tradizione, quelli forse che essa ha cercato attraverso il travaglio di quest'ultimo cinquantennio. La tecnica non è mai stata così vicino all'arte e forse si avvia, sotto una certa forma, ad essere arte essa stessa. ■

UN NUOVO TIPO DI INVESTITORE DI FASE

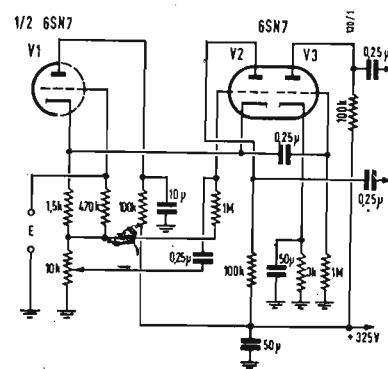
da - Revue du Son - Marzo Aprile 1958

a cura di G. NICOLAO

Le riviste tecniche americane hanno assai spesso accennato all'invertitore di fase incrociato di Van Scoyoc con giudizi assai diversi a seconda delle applicazioni. Questo invertitore di fase è derivato dal circuito originale dello stesso autore che risale 1948 e è più conosciuto come amplificatore differenziale che non come invertitore di fase. La modifica è proposta in un tempo successivo da diversi autori e questa modifica comprende una semplificazione e un sistema di trasformazione per utilizzare il circuito originale come invertitore di fase negli impianti di alta fedeltà. Lo schema, che venne proposto da Audio nel Novembre 1957, è dovuto a M. Louis Bourget ed è regolarmente brevettato negli Stati Uniti d'America.

Il principio è molto semplice: la tensione d'entrata è applicata ad uno stadio ad uscita catodica, realizzato con mezza valvola 6SN7. Questa valvola funziona con ruolo di trasformatrice d'impedenza e comanda due triodi identici: il primo con entrata catodica ed il secondo con entrata in griglia controllo, secondo gli schemi normali.

Secondo nostre osservazioni personali e secondo anche quanto riferisce la Rivista francese « Revue de Son » che recensisce questa nuova applicazione, ci sembra che l'idea di realizzare un cathode follower per pilotare un doppio triodo sul catodo e rispettivamente sulla griglia, non sia nuova e risalga ad una epoca notevolmente precedente a quella del brevetto. Pare anzi che Charles Boegli su Radio & Television News abbia usato lo stesso sistema del tubo ad uscita catodica che pilota con una sorgente d'impedenza di basso valore, il catodo e la griglia di un doppio triodo successivo, per comandare un invertitore di fase in apparecchio d'alta fedeltà. Tuttavia il sistema di simmetrizzazione scelto da M. Louis Bourget è completamente nuovo, benchè venga ovvia la realizzazione di un simile sistema quando si studi attentamente il principio sul quale il circuito si basa. La griglia di V2 invece di ritornare a massa è collegata al cursore di un potenziometro da 10.000 ohm, per mezzo del quale è possibile variare la tensione d'ingresso della valvola V2 stessa, e quindi anche quella della valvola V3. Ciò è dovuto al fatto che la somma delle correnti catodiche della valvola 1 e della valvola 2 variano contemporaneamente.

Tuttavia la correzione non può agire che in un solo senso aumentando la tensione di uscita di V3 e diminuendo quella di V2. Nel caso che fosse necessario ottenere

una correzione inversa sarà naturalmente necessario invertito i due triodi V2 e V3 tra di loro. Si può vedere che lo stadio ad uscita catodica ha una resistenza anodica da 100.000 ohm, disaccoppiata a massa da un condensatore del valore di 50 µF. L'adozione di una resistenza così alta per lo stadio ad uscita catodica è stata necessaria per far sì che tanto la valvola V1 quanto la valvola V2 funzionino nella stessa zona delle caratteristiche dinamiche.

Il vantaggio di adoperare uno stadio d'uscita catodica come pilota del sistema d'inversione, è quello che lo stadio stesso e gli stadi successivi non sono sensibili alle capacità parassite dei collegamenti e alle capacità interelettrodiche delle sezioni triodiche, in modo che esse giuocano soltanto un ruolo secondario e la frequenza massima trasmissibile è molto superiore a quella massima dello spettro sonoro. In altre parole, messo a punto questo circuito come invertitore di fase su una frequenza bassa, per esempio su 400 o 1000 Hz, esso si comporta nello stesso modo anche per una frequenza notevolmente superiore, non creando alcuna attenuazione o diminuzione d'uscita dei due segnali invertiti di fase. Questo circuito particolarmente interessante è stato realizzato in funzione di pilotare un push-pull di valvole 6Y6 alimentate con tensione stabilizzata a valore inferiore a quello massimo delle caratteristiche concesse, per la realizzazione di un impianto d'alta fedeltà capace di erogare una piccola potenza ma con una distorsione praticamente molto limitata. ■

UN NUOVO INVERTITORE DI FASE SIMMETRICO

Applicazione di un invertitore di 10 W

di Pierre Loyez

da "Toute la Radio,, Febbraio 1958

a cura di A. CONTONI

Cedendo alla tendenza attuale di uscire dalle vie comunemente battute, senza tuttavia rifiutare delle soluzioni che si imposero per l'addietro, l'autore ha realizzato uno stadio sfasatore, di cui lasciamo al lettore la cura di apprezzare l'originalità.

Si tratta più del risultato di una lunga investigazione fra gli schemi sperimentati, che di una pura indagine teorica.

Noi non mancheremo di segnalare la sua applicazione ad un amplificatore di potenza del quale analizzeremo brevemente lo schema.

1. - L'invertitore di fase

E' noto il principio degli invertitori di fase che consiste generalmente nell'utilizzazione in un triodo o in un pentodo lo sfasamento di 180° tra le tensioni di placca e di griglia (sfasatore triodo ausiliario, parafase, ecc.), o tra le tensioni di catodo e di placca (catodine). Meno noti sono i dispositivi nei quali si cerca di sfruttare direttamente le funzioni simmetriche (ma di fasi opposte) degli elettrodi di comando, come la griglia e il catodo.

Il nostro tentativo ha condotto ad un montaggio non ortodosso, la cui costituzione si avvicina maggiormente ad un circuito proposto da Ch Boegli (*) (v. fig. 1).

Fig. 1
Nell'invertitore di fase di Boegli le griglie dei due tubi sono collegate ad un punto preso sul carico catodico dell'altro tubo.

Noi siamo andati più lontano cercando di collegare direttamente gli elettrodi catodo-griglia riuniti di V_1 e V_2 ed incorporando nel circuito della controreazione in un montaggio parimenti simmetrico rispetto a V_1 e V_2 (ciò che è perfettamente giustificato se si ha cura di includere, come d'abitudine, lo stadio in una rete globale di controreazione).

Fig. 2
Il Loyez accoppia direttamente griglie e catodi.

Il nostro schema di base fu dunque quello di fig. 2, che mette ben in evidenza la funzione simmetrica dei catodi e delle griglie di V_1 e di V_2.

La fig. 3 indica lo schema effettivo.

Il triodo V_1 ha la griglia ad un potenziale leggermente positivo rispetto alla massa (potenziale del catodo di V_2), ciò che giustifica una resistenza di polarizzazione doppia di quella di V_2.

Il triodo V_1 funziona come un normale amplificatore: al catodo è applicata la tensione di controreazione dovuta alla corrente che circola nel circuito costituito da R ed R_{k1}.

Il triodo V_2 funziona come un amplificatore con « griglia a massa »; alla griglia è applicata la tensione di controreazione dovuta alla corrente che circola nel circuito costituito da R ed r.

In assenza di controreazione, i due triodi non hanno lo stesso guadagno. Infatti, il secondo triodo funzionando con griglia a massa possiede, per questa ragione, un coefficiente di amplificazione apparente superiore a quello ottenuto col montaggio classico ($\mu + 1$ invece di μ).

Daltronde il primo triodo è sottomesso ad una controreazione di intensità dovuta alla presenza di una resistenza di catodo non disaccoppiata, ciò che determina

Fig. 3
Schema perfezionato: si introduce la contro reazione fra il catodo di V_1 e la griglia di V_2.

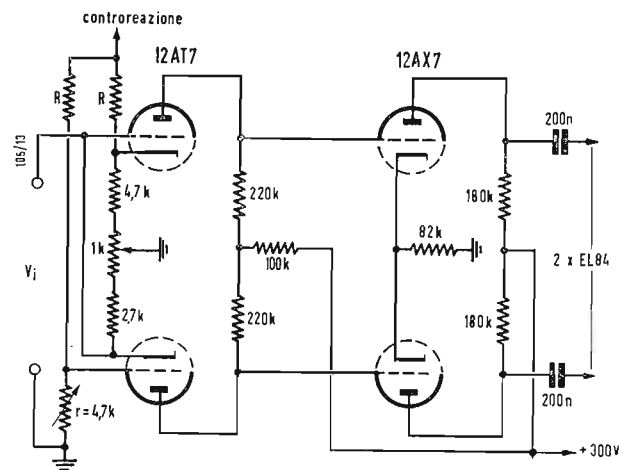



Fig. 4
Applicazione dell'invertitore di fase del Loyez ad un amplificatore con stadio di uscita in controfase di due EL84.

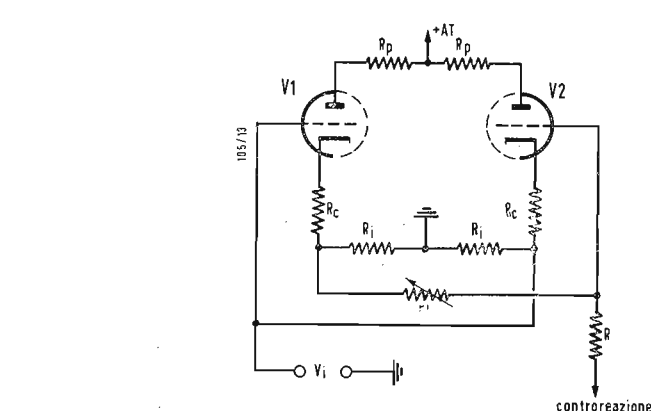



Fig. 5
Variante allo sfasatore di fig. 3, priva di interesse pratico, perchè introduce maggior distorsione.
NOTA: si noti la presenza di due resistenze R di controreazione, che hanno funzione di separatrici in causa dei differenti potenziali ai quali sono portati gli elettrodi che ricevono la controreazione.

una diminuzione del guadagno nominale di questo triodo. La resistenza variabile r permette di agire sulla tensione di controreazione applicata a V_2, in modo da ottenere la simmetria delle tensioni di entrata del push-pull che segue lo stadio.

L'impedenza di entrata è determinata da R_{k_2}, che si è fatta massima coll'uso del tubo (12 AT7) e del suo punto di lavoro (carico alto, alta tensione ridotta).

Un montaggio pratico ha condotto ad assegnare ai due elementi i valori seguenti:

V_1, V_2 = 12 AT7
$R_{P_1} = R_{P_2} = 0{,}22$ MΩ
$R_{k_1} = R_{k_2} = 3{,}3$ kΩ
r = 4,7 kΩ; AT = 200 V.

La fig. 4 dà un esempio di realizzazione di un complesso invertitore di fase pilota destinato ad alimentare un sistema controfase di EL84.

Si noterà la presenza di un potenziometro di equilibratura statica dei collegamenti diretti e l'inserzione di una forte resistenza nell'alimentazione degli anodi del tubo 12 AT7, la quale riduce l'alta tensione a 200 volt e rende la regolazione dinamica (r variabile) molto più progressiva.

In queste condizioni il guadagno in tensione raggiunge 2700 placca a placca con una tensione massima di uscita di 40 V_{eff}.

Per ciò che riguarda lo sfasatore propriamente detto, si sarebbe potuto pensare ad utilizzare la variante della fig. 5, che è più simmetrica. La resistenza r' serve ugualmente ad equilibrare dinamicamente l'invertitore di fase per mezzo della variazione del tasso della controreazione applicata a V_2. Il calcolo indicherebbe che si è obbligati a dare un debole valore a R_i (qualche centinaio di ohm) ciò che abbassa considerevolmente la impedenza di entrata.

Il grado di distorsione diventa superiore a quello relativo alla fig. 3.

Praticamente noi non riterremo altro che lo schema di fig. 3.

Fig. 6

Amplificatore completo; lo stadio di uscita è di tipo « ultra lineare »; lo sfasatore è preceduto da un tubo di entrata a carico catodico.
NOTA: Le capacità di correzione di fase poste abitualmente in derivazione alle resistenze di controreazione, sono qui praticamente inutili, a motivo dell'alto valore di queste ultime.

2. - L'amplificatore

Presentiamo in fig. 6 lo schema generale dell'amplificatore di potenza adattato al circuito precedentemente descritto.

L'amplificatore comprende 4 stadi:
a) Uno stadio di entrata trasferitore catodico;
b) Uno stadio invertitore di fase che riceve l'apporto totale di controreazione;
c) Uno stadio pilota;
d) Uno stadio di uscita.

Questa concezione farà forse sorridere i partigiani della semplicità, che si arrestano alla formula 3 stadi, ma pensiamo che non ci si vorrà fare un appunto di aver adottato un « trasferitore catodico » come stadio supplementare, date le qualità delle quali è provvisto tale circuito.

L'amplificatore è provvisto di tre circuiti di 3 controreazione.

Avremo occasione di ritornare su questo punto dopo aver analizzato rapidamente lo schema stadio per stadio.

A - Stadio di entrata

La necessità di disporre di un trasferitore catodico è stata messa in evidenza in sede di presentazione dello sfasatore a motivo della bassa impedenza di entrata di quest'ultimo (praticamente il valore di R_k). Si è adottato il tubo EF80 per la sua forte pendenza e le sue possibilità di funzionamento con un'alta tensione ridotta. Il collegamento allo stadio seguente si effettua con un condensatore elettrolitico di forte valore, in modo da ottenere una costante di tempo sufficiente. Tale condensatore presenta una corrente di fuga superiore ai condensatori a carta, ciò non disturba molto, a motivo del basso valore della resistenza di griglia.

B - Stadio invertitore di fase:

come è detto parlando dell'invertitore di fase.
vedi studio precedente.

C - Stadio pilota

E' un tipo classico. I carichi anodici sono stati fatti massimi per ottenere un debole fattore di distorsione.

D - Stadio di potenza

Ugualmente classico, schema ultralineare.
I circuiti interni di controreazione comprendono:

1°) Un circuito simmetrico placca EL84 — placca 12AX7, cui competono circa 3 dB.
2°) Un circuito simmetrico (ma incrociato) relativo all'insieme 12AX7 - EL84, cui competono circa 12 dB.

Il circuito esterno cui competono 26 dB è applicato A parte lo stadio trasferitore catodico, del quale non si saprebbe mettere in dubbio la qualità, l'amplificatore è interamente simmetrico tanto riguardo alla banda passante, quanto riguardo alla distorsione.

La bassissima impedenza di entrata annulla l'effetto Miller nella 12AT7, ciò che permette l'uso di forti resistenze anodiche, la distorsione viene diminuita. La stabilità in presenza di controreazione è grandissima (impedenza di entrata reale in tutta la gamma di frequenze), poichè è possibile raggiungere un tasso globale di 60 dB senza instabilità.

La fig. 7, 8, 9 illustrano meglio le prestazioni dell'amplificatore (**). La curva 7 dà il tasso di distorsione totale dell'amplificatore in funzione della resistenza r, si noti il minimo corrispondente ad un equilibrio dinamico ottimo.

La fig. 8 e 9 mostrano in modo classico il tasso di distorsione in funzione della potenza e la curva di risposta in frequenza.

La scelta dello stadio di entrata è assai giustificata dai risultati ottenuti. Vi sono dei casi per i quali la sua debole resistenza di entrata procurerà un buon adattamento a circuiti come linee coassiali, feeder ecc.

Fig. 7
Distorsione armonica totale d e tensione di entrata V_i in funzione della resistenza r di regolazione della controreazione per una potenza di uscita costante e uguale a 10 W. Si vede che esiste un valore ottimo di r, che può essere ritenuto 4,7 kΩ (controreazione = 28 dB circa).

Fig. 8
Distorsione armonica totale d e distorsione di 2ª armonica d_2 a 1000 Hz in funzione della potenza di uscita W_u. I risultati sono eccellenti fino a una decina di watt.

APPENDICE

Studio teorico dello sfasatore

A) Analisi dello sfasatore senza controreazione (fig.10)

Siano ρ = resistenza interna dei tubi; μ = coeff. di amplificazione.

Si può scrivere per il rapporto dei guadagni di V_1 e V_2:

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{\rho + R_p + R_k(1+\mu)}{\rho + R_p + 2R_k(1+\mu)} \cdot \frac{\mu}{1+\mu}$$

se μ è grande il 2° fattore è prossimo all'unità. Il primo fattore è sempre inferiore all'unità e tanto minore quanto maggiori sono R_k e μ.

Coi valori adottati nell'amplificatore:
$R_p = 0{,}2$ MΩ; $\rho = 10^4$; $R_k = 2$ kΩ; $\mu = 50$,
si ottiene la proporzione:

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{10^4 + 2.10^5 + 2.10^3 . 51}{10^4 + 2.10^5 + 4.10^3 . 51} \cdot \frac{50}{51} = 0{,}74$$

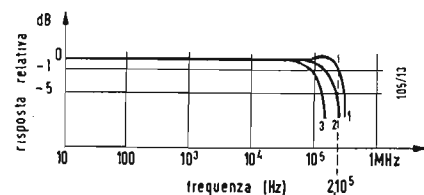



Fig. 9
Risposta in funzione della frequenza. L'andamento è piano fra 10 Hz kHz circa (curva 1 : 1 W; curva 2 : 5 W; curva 3 : 8 W).

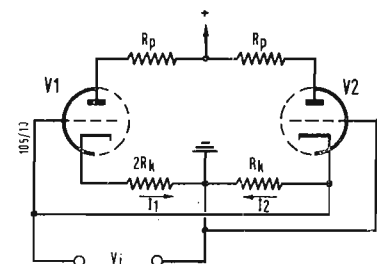



Fig. 10
Circuito sfasatore senza controreazione.

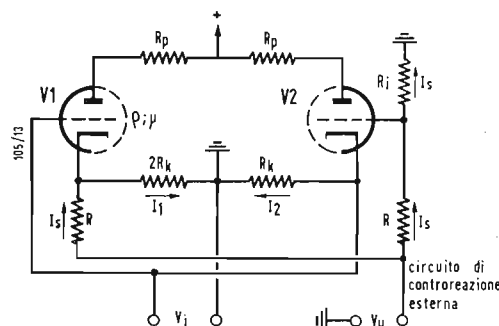



Fig. 11
Circuito sfasatore con controreazione.

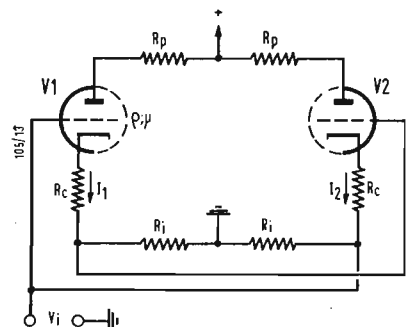



Fig. 12
Variante senza controreazione.

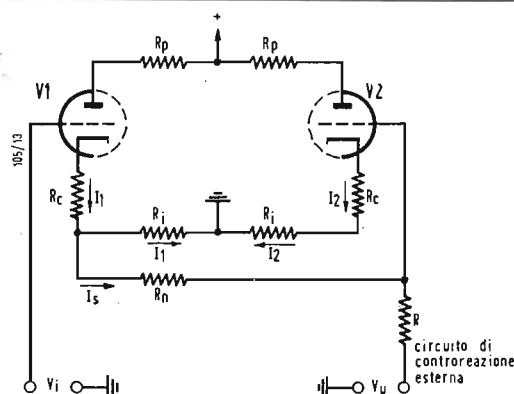



Fig. 13
Variante con controreazione.

B) Analisi dello sfasatore con controreazione (fig. 11)

Conservando i simboli introdotti più sopra, si ha:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\mu (V_i - 2 R_k I_s)}{(1 + \mu) V_i - \mu R_1 I_s} \cdot \frac{\rho + R_p + (1 + \mu) R_k}{\rho + R_p + 2 R_k (1 + \mu)}$$

l'unità essendo trascurabile rispetto a μ:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{V_i - 2 R_k I_s}{V_i - 2 R_1 I_s} \cdot \frac{\rho + R_p + \mu R_k}{\rho + R_p + 2 \mu R_k}$$

Si elimina I_s introducendo il guadagnatotale G dell'amplificatore:

$$G = \frac{V_u}{V_u}; \; I_s \frac{V_u}{R + R_1} = \frac{G V_i}{R + R_1}.$$

$\frac{I_1}{I_2}$ allora diventa:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{(R + R_1) - 2 R_k G}{(R + R_1) - R_1 G} \cdot \frac{\rho + R_p + \mu R_k}{\rho + R_p + 2 \mu R_k},$$

trascurando R_1 rispetto a R (dell'ordine di 0,1 MΩ), si ha:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R - 2 R_k G}{R - R_1 G} \cdot \frac{\rho + R_p + \mu R_k}{\rho + R_p + 2 \mu R_k}.$$

Dall'esame di questa formula si deduce che si può rendere il primo fattore il più grande possibile scegliendo opportunamente R_1, il secondo fattore conservandosi sempre minore di 1. E' possibile ottenere l'eguaglianza $I_1 = I_2$ con un valore di R_1 tale che:

$$\frac{R - 2 R_k G}{R - R_1 G} = \frac{\rho + R_p + 2 \mu R_k}{\rho + R_p + \mu R_k}.$$

Esempio:
si debba determinare R_1 per l'eguaglianza di I_1 con I_2, avendo:
$R = R_p = 0{,}2$ MΩ; $\rho = 10^4$; $R_k = 2$ kΩ; $G = 20$; $\mu = 50$

$$\frac{2.10^5 - 8.10^4}{2.10^5 - 20 R_1} \cdot \frac{10^4 + 2.10^5 + 10^5}{10^4 + 2.10^5 + 2.10^5} = 1, \text{ da cui}$$

$$R_1 = 5450 \, \Omega$$

Variante proposta

1°) In assenza del dispositivo di controreazione (fig. 12)

$$R_1 = \frac{\rho + R_p (1 + \mu) R_c}{\mu^2 - \mu - 1},$$

riprendendo gli stessi valori numerici dell'es. precedente, con $R_c = R_k = 2$ kΩ, si ha:

$$R_1 = \frac{10^4 + 2.10^5 + 1{,}02.10^5}{2{,}5.10^3 - 51} = 127 \, \Omega$$

2°) In presenza di controreazione (fig. 13).

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\mu (R + R_1) - R_1 G}{(1 + \mu)(R + R_1) - R_1 G} \cdot \frac{\rho + R_p + (1 + \mu)(R_c + R_1) \mu R_1}{\rho + R_p + (1 + \mu)(R_1 + R_c)},$$

R_1 essendo trascurabile rispetto a R.
Potendosi trascurare $R_1 G$ rispetto a μR (R è qui dell'ordine di 10^4 con $\mu = 50$), si ritrova sensibilmente lo stesso valore di R_1 per ottenere l'equilibrio dello sfasatore.
Una resistenza R_n (di cui non si è tenuto conto nel calcolo), di qualche decina di ohm, permette di regolare il tasso di controreazione applicato a V_1 in modo da perfezionare l'equilibrio.
L'impedenza di entrata è più bassa che nel circuito adottato nell'amplificatore se si vuol trarre profitto di un buon equilibrio (R_1 dell'ordine di 200 Ω), ciò che comporta un notevole aumento della distorsione dello stadio trasferitore catodico. ■

(*) Radio & TV News - maggio 1954: un amplificatore semplificato ad accoppiamento incrociato.

(**) Le curve sono state rilevate indifferentemente con un trasformatore FH 321 B degli Ets Millerioux, o con un trasformatore 8 KUL della Maison du Haut-Parleur.

VIII *Il Problema Della Creazione e Della Riproduzione Artistica*

(Parte terza)

di ITALO GRAZIOTIN

Le forze psichiche elementari a caratteristica disposizione spaziale - temporale - Le loro formule - Non vi è opera d'arte, né alta fedeltà di riproduzione se la determinazione di tali forze non è evidente ed esatta

Esse nel complesso si possono considerare le forze dell'intelligenza La loro struttura di calcolo risulta secondo la semplicità maggiore, in ragione dell'espressione e dell'economia cerebrale e come in sua sede è dimostrato (1).

SEGUITO DEL COLLOQUIO tra M = maestro di scienze e tecnica dell'arte e D = Discepolo.

D — Mi puoi invece dare qualche esempio d'analisi euverbotecnico?
M — Sì, ecco. Te ne darò uno solo, ma particolare.
Ci fu un poeta cinese, mi è stato raccontato, il quale paragonò, le ciglia delle donne, di una certa città da lui visitata, alle falene. Cioè egli disse: « In quel paese le donne avevano le ciglia come le falene... ».
Ora sta bene a sentire. Egli dicendo che le donne avevano le ciglia come le falene, quali modalità psichiche elementari quantitativamente precisò?
D — Già. Queste parole precisano la dinamica-geometria assai più che non parecchie altre normali, non così bene scelte, così opportunamente figurative, cioè precisano parecchie modalità psichiche elementari.
M — Sì, molte modalità psichiche elementari con pochi mezzi. L'arte consiste appunto in questo: determinare le modalità elementari, tutte, e determinarle naturalmente coi più semplici, col minimo possibile di mezzi.
D — Ho capito. Ma esaminiamo quali modalità vengono precisate con tali parole.
M — Naturalmente.
E' determinata la forza vitale?
Non si può pensare alla malinconia di un blu o di un suono lamentoso, quasi addolorato, nè alla vitalità di un giallo intenso, di un suono consonante, o di un timbro squillante, ma non stridulo.
Nel primo caso vi è poca, nel secondo troppa forza vitale, rispetto al grado di vitalità della scenetta delle donne che hanno le ciglia come le falene. Però non si può neppure dire che il grado di precisazione sia molto forte. Immaginiamo anzitutto la scenetta delle falene, poi quella delle donne.
Ecco: una lampada a olio col suo tenue colore giallo attraverso il vetro o la carta, in mezzo all'ambiente oscuro. E due o tre falene o farfalle attirate dal lume nell'oscurità della notte, nel silenzio, nella tranquillità dell'ambiente. E il loro sfarfallare irregolare, lieve, interrotto dallo sbattacchiare leggero contro il vetro della lampada; la geometria irregolare, scherzosa indeterminata, il dinamismo lieve, delicato.
Balza subito all'occhio della mente come con poche parole siano magistralmente determinate parecchie modalità psichiche elementari fondamentali: la lievità della massa, l'incostanza dal scrreggimento dell'azione, e via dicendo. Ma procediamo con metodo. Immaginiamo ora delle donne con le ciglia come le falene.
Le due caratteristiche ora quantificate e le altre che esamineremo poi, devono qualificare queste donne delicatamente scherzose, particolarmente femminee per il carattere, per l'ordine mentale. Tante parole si dovrebbero usare per rendere bene il loro essere, il loro mondo.
E ora qui non è il caso di impegnarci in tale esattezza ed ampiezza di determinazione. La lascio alla tua intelligenza.
Esaminiamo invece le modalità una per una.
Abbiamo visto come la forza vitale, ovvero l'elemento antropoindividuometrico o a.i.m. La, sia determinata solo escludendo la possibilità d'essere larghe zone estreme, soprattutto quelle della debolezza vitale, vero?
D — Sì direi.
M — Non si può determinare propriamente bene, esattamente, neppure il grado di variazione o escursione di forza vitale, cioè l'elemento a.i.m. o antropoindividuometrico Vi. Mi pare debba essere attorno al quasi medio o meno.
Vi è una certa uguaglianza di natura della scena, intendendo natura nell'accezione nostra.
Ora esaminiamo la forza di distribuzione delle Rappresentazioni, o el. a.i.m. Ge.
D — Ma dove vedi tu le Rappresentazioni?
M — Sarebbero in questo caso i complessi unitari di guizzi, cioè le successioni di un certo numero di guizzi non interrotti. Costituiscono un tutt'uno, più o meno distinto, separato da un altro analogo, da un lungo tratto di volo più lento e rettilineo.
D — Che sforzi mentali bisogna fare per seguirti.
M — Per sviluppare la cervice bisogna fare sforzi cerebrali, benchè bisogna stare attenti di avere sempre la guida della critica. Come per reprimere i propri impulsi occorre controllarsi e volere. E' un grande segreto questo, non mai capito abbastanza.
Premesso quanto ti ho detto poco, mi sembra, semplice che la larghezza di distribuzione delle Rappresentazioni consista nella lontananza tra i gruppi di guizzi.
Però qui bisogna considerare che nella scena delle falene l'unità Rappresentazione non è ben distinta dall'unità Ideogramma, quindi che le determinazioni di tutte le modalità relative a queste unità sono menomate.
Tutto sommato vi è poca possibilità di determinare la forza di distribuzione delle Rappresentazioni o elemento Ge.
D — Ho capito abbastanza.
M — Ora la velocità. Essa è determinata e bene. E' parecchio sviluppata. Va d'accordo colla leggerezza della massa. E' l'elemento a.i.m. Ve.
D — Bene.
M — La forza di sorreggimento, o elemento Fo, è determinata, come pure e soprattutto, è determinata la variabilità della forza di sorreggimento, o el. Fe. Forza media perchè la farfalla sta in media sempre alla stessa altezza, e varia, particolarmente varia, e varia in modo irregolare, in modo imprevedibile, disordinato, togliendo però a queste parole tutto ciò che vi è di trascurato, di brutale, anche, e invertendolo, date le rimanenti modalità elementari, come poi vedremo.
Questa modalità è pure ben determinata.
La modalità elementare della massa è pure molto determinata col grado di forte lievità di massa. E ciò pure è importante. E' l'elemento a.i.m. Se.
D — Bene.
M — Consideriamo ora gli impulsi. Cominciamo dagli impulsi cosiddetti verticali. Gli elementi Do e I.
E' straordinario come sia determinato in questa figurazione « ...avevano le ciglia come le falene... » che gli impulsi verticali, cioè pesanti sull'ambiente, sono soprattutto e fortemente tremolanti, ma anche un po' prorompenti, lievemente. Mi capisci?
D — Capisco.
M — Altre modalità ben determinate: gli impulsi orizzontali, che però qui non si distinguono molto dai verticali in quanto la massa è lieve. Abbiamo visto come vi sia preponderanza degli impulsi tremolanti, rispetto ai prorompen-

ti, anche perchè i tremolanti presuppongono una massa minore.
Gli impulsi orizzontali sono pure, dicevo, ben determinati, e non è molto difficile distinguere i brevi dai lunghi, ugualmente ben sviluppati gli uni e gli altri, mentre la distinzione tra liberi e obbligati mi sembra possa farsi in base al vincolo della lampada: cioè quelli attorno alla lampada sono i vincolati, gli altri i liberi; e mi sembrano entrambi ben determinati.
Gli impulsi orizzontali si riferiscono agli elementi A, Te, Ce, Re.
D — Va bene. Difatti la lampada obbliga la falena al volo circolare.
M — Ora rimangono le modalità disposizionali.
La parcità d'uso dei Fattori rispetto alla c o m p l e t e z z a delle Rappresentazioni non è propriamente determinata, in quanto le Rappresentazioni non sono chiaramente delineate. Così la parcità d'uso dei Fattori formanti la Rappresentazione. Cioè sono imprecisati gli elementi Pi e Po.
Circa la razionalità d'uso dei Fattori nelle Rappresentazioni obbligate penso sia preferibile astenersi dal considerare determinata la quantità del corrispondente elemento a.i.m., il Ra, sia per l'indeterminatezza delle Rappresentazioni, sia per la difficoltà di intravvedere il raziocinio, minore o maggiore, processuale.
Anche la completezza delle disposizioni reali dei Fattori nelle Rappresentazioni, r i s p e t t o a tutte quelle possibili, è ben determinata, in quanto questo procedere disordinato e caotico, non ha preferenze direzionali, cioè vi è tutta la gamma delle disposizioni. E' l'elemento Vo. E' importante.
La chiarezza, la cura, la convenzionalità di conformazione delle Rappresentazioni, cioè gli elementi Chi, Cu, Ca, sono assai poco determinati, in quanto poco definite le Rappresentazioni.
Per la completezza delle disposizioni reali delle Rappresentazioni negli Ideogrammi, vale tutto quanto detto per la corrispondente dei Fattori nelle Rappresentazioni, osservando che difficile è la distinzione tra una e l'altra, come è difficile la distinzione tra Rappresentazioni e Ideogrammi nel caso della farfalla attorno alla lampada. Questo nuovo elemento è il Va. E' analogo all'elemento Fe e come quello è importante e quantificato.
Invece non sono per nulla determinate le modalità di legamento tra le Rappresentazioni e di distinzione degli Ideogrammi, ovvero gli elementi a.i.m. Co e Ri.
D — Ho capito.
M — Dunque parecchie modalità sono esattamente determinate e varie altre poco o quasi nulla. Ciò con solo poche parole in quanto queste poche parole suscitano nel nostro cervello una quantità di allacciamenti alla meccanica e alla geometria essenziali del fenomeno artistico interessato: la meccanica-geometria dei relativi elementi a.i.m. Sarebbe interessante tracciare un diagramma a.i.m. Si vedrebbe chiaramente come sono artisticamente determinanti quelle poche parole! (4).
Naturalmente continuando la descrizione, il poeta avrà rapidamente precisato, penso senz'altro, anche tutte le altre modalità elementari, arrivando, così, alla completezza della determinazione, all'opera d'arte.
D — Ho capito.
M — Abbiamo con questo propriamente e finalmente terminato l'esame delle manifestazioni reali delle 23 forze psichiche elementari, ovvero delle forze elementari che si sprigionano dal corpo psichico sia dell'opera d'arte, o individuo non in evoluzione, che dell'Essere di data specie di vita, o individuo in evoluzione.
Ma che cosa hai capito tu, dicendo in sintesi?
D — Non è facile. Mi aiuterò con alcuni appunti che ho fissato.
Anzitutto ho capito che vi è una identità di consistenza materiale tra l'opera d'arte e la vita. Cioè l'intima consistenza materiale dell'opera d'arte è l'intima consistenza materiale della vita. E entrambe queste intime consistenze si concretano nella formula antropoindividuometrica o a.i.m., ovvero nella formula individuale delle forze psichiche elementari, o modalità psichiche elementari che dir si voglia.
La formula a.i.m. è così la chiave della conoscenza dell'opera d'arte e della vita come realtà di specifici individui. Da ciò l'enorme importanza di essa sopratutto col progredire dell'evoluzione umana.
E, naturalmente per intima consistenza materiale si intende quel complesso di materia, energia, forze, impulsi, disposizioni, codificate da una serie di formule matematiche senza la cui completezza non si ha nè espressione, nè opera d'arte, nè vita.
Dirò poi che la differenza fondamentale tra la vita e l'opera d'arte sta in un fatto trascendente, cioè di realtà non di consistenza materiale.
Tale fatto consiste nell'essere la vita: l'individuo in atto più o meno cosciente di sè e dotato di tutta l'organizzazione permettente a Lui di dirigere se stesso e, quindi, di evolversi, e nell'essere, invece, l'opera d'arte: l'individuo in atto privo di quell'organizzazione di autocoscienza che è propria solo della vita, ovvero l'individuo immoto come evoluzione.
Vi è poi un'altra differenza fondamentale da considerare: la differenza tra l'arte biomorfologica o indiretta o. impropriamente, fotografica, e l'arte astratta o diretta. Coll'arte indiretta il Discorso o Opera d'arte consiste in un corpo psichico arricchito di una parte delle caratteristiche di specie proprie della Vita. Mentre coll'arte diretta il Discorso o Opera d'arte consiste nel puro corpo psichico.
M — Bravo ti sei espresso come un maestro. Ed io, per completare, aggiungerò questo pensiero. Se all'opera d'arte, sia diretta che indiretta, fosse data quell'organizzazione intima che permettesse ad essa di effettuare reazioni razionali, cioè secondo la Legge dell'essere, al proprio ambiente, l'opera d'arte diventerebbe propriamente un Essere-individuo in evoluzione, cosciente di sè e diretto alla perenne ascesa... Ma qui stiamo inserendoci in altre branche della conoscenza.
Inoltre l'uomo ha i suoi limiti e i suoi tempi.
Per ora questo ti può bastare.

A P P E N D I C E

Sono riportati qui sotto due diagrammi a illustrazione dell'esempio di analisi euverbotecnica della frase del poeta cinese: « ... In quel paese le donne avevano le ciglia come le falene... », analisi sviluppata nel testo.
Il primo diagramma è il fondo utile per tracciare il secondo o diagramma a.i.m., di analisi della suddetta frase. Esso è riportato anche sul libro: « Dalla scoperta delle leggi dell'armonia alla teorizzazione della formula di composizione musicale » a pag. 29, come diagramma eufonometrico.
Non è possibile in questa sede dare spiegazioni esurienti circa la sua forma e il suo specifico uso. Sarà fatto a suo tempo e luogo. E' riportato in Fig. 1 affinchè, confrontandolo col secondo diagramma, si possa facilmente distinguere il tracciato di fondo dal tracciato di precisazione, con zone di valore quantitativo più o meno larghe, dell'intensità delle singole forze psichiche elementari.
Nel secondo diagramma Fig. 2 è precisato sopra ciascun rettangolo l'elemento antropoindividuometrico di pertinenza e lateralmente la scala dei valori quantitativi assoluti degli elementi a.i.m. considerati a partire dal minimo (valori crescenti) o dal massimo (valori decrescenti).
In ciascun rettangolo si distingue la zona di valori positivi, che è quella a tratteggio verticale, dalla zona di valori negativi, cioè quella a tratteggio orizzontale, con sovrapposizione parziale o totale delle due zone e con congiunzione di esse sulla linea orizzontale di flesso, base di ogni rettangolo.
In ciascun rettangolo è delimitata con tratteggio pesante la zona delle intensità dell'elemento a.i.m., precisate colla discussione quantificativa (5) del testo, in base alla frase suddetta. Il tratteggio pesante orizzontale è relativo a valore negativo; il tratteggio pesante verticale è relativo a valore positivo.
Si osserva che la stima tecnica di un'opera d'arte è relativo a perfetta, permette la determinazione esatta, cioè solo con linee orizzontali, di tutti gli elementi a.i.m.; così come avviene per la determinazione di un individuo-vita.
In base solo alla decina di parole della suddetta frase è possibile la precisazione delle intensità degli elementi a.i.m., determinata mediante il secondo diagramma.
Tale frase è quindi molto espressiva, molto determinativa artisticamente, cioè è di alto valore artistico. Anche se da sè sola non può naturalmente costituire opera d'arte.

(1) Vedi: Dalla scoperta delle leggi della armonia alla teorizzazione della formula di composizione musicale, di Italo Graziotin, disponibile nelle principali biblioteche italiane.
(3) Vedi (1) Pag. 23, 49, 50, 67, 68, 78.
(4) Vedi in appendice.
(5) Determinante le quantità.

Fig. 1

=fondo positivo =fondo negativo =fondo posit. e negat.

Fig. 2

· I M P U L S I · F O R Z E · D I S P O S I Z I O N I ·
A Te Ce Re Do I La Vi Ge Ve Fo Fe Se Pi Po Ra Vo Chi Cu Ca Va Co Ri
9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

IX

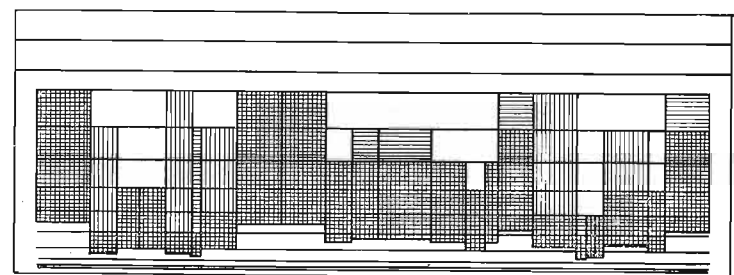
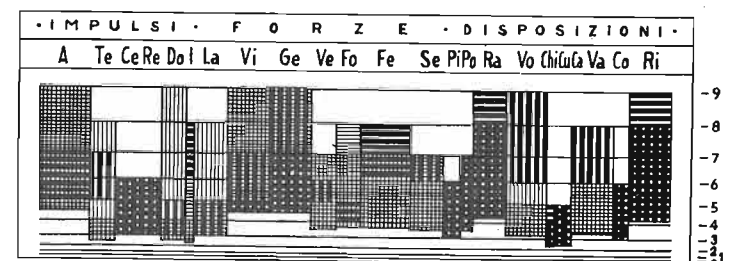
Il problema della creazione e della riproduzione artistica

di ITALO GRAZIOTIN

L'opera d'arte è definita dalla $\sum_1^n$ (vocaboli qualificativi • vocaboli quantificativi) ove ogni prodotto dei vocaboli é definito dalla $\sum_1^{23}$ forze psichiche elementari = formula A. I. M. = Graziotin Test.
L'alta Fedeltà di riproduzione si ottiene quando la formula delle forze psichiche elementari rimane invariata o quasi.

Le forze psichiche elementari sono quindi la chiave della conoscenza, della determinazione e della realizzazione, nell'opera dell'artista, di ogni effetto espressivo, di ogni peculiarità psicologica, ovvero la chiave della possibilità di suscitare l'opera d'arte stessa con quale che sia mezzo materiale.
Così la psicologia dell'individuo-opera d'arte, come quella dell'individuo - vita, diventa una scienza esatta.
Inoltre risultando la possibilità di applicare l'automazione ai calcoli determinativi, diventa una tecnica vera e propria.

SEGUITO E FINE DEL COLLOQUIO tra M = maestro di scienza e tecnica dell'arte e D = discepolo

D — Siamo saliti molto in alto. Sarà meglio scendere perchè mi vengono i brividi.
M — Sarà meglio, per ora.
D — E adesso che cosa mi spieghi?
M — Abbiamo esaminato dettagliatamente tutte le forze psichiche elementari e l'importanza, ai fini artistici, della loro utilizzazione e della conoscenza dell'uomo inteso come individuo.
Ora non ci resta, per concludere che da dire qualcosa circa il complessamento di tali forze elementari.
Dirò solo che in avvenire si potrà, colle formule di cui sopra e col bagaglio teorico di cui ti ho già parlato, pervenire finalmente alla possibilità di determinare un individuo, opera d'arte o vita che sia, mediante un ricco fin che si vorrà dotazione di vocabili determinanti specifiche qualità, caratteristiche, stati, modi d'essere, nonchè le relative quantità di sviluppo.
E, nota bene, tutto questo lavoro di sceverazione e quantificazione sarà effettuato automaticamente in opportuni e complessi apparecchi elettronici, magnetici, o anche meccanici, previa la sola impostazione della formula delle forze psichiche elementari o formula antropoindividuometrica ovvero a.i.m. o Graziotin Test. Poi si potrà anche andare oltre. Per ora questo ti può bastare.
D — Grazie, maestro.

Rubrica dei dischi Hi-Fi

A cura del Dott. Ing. F. Simonini

In occasione delle ferie e delle vacanze spensierate che si possono permettere le felici giovani generazioni, abbiamo recensito ben 4 bei pezzi di musica leggera. Nel prossimo mese cureremo in modo particolare alcuni 45 giri per i più giovani. Per gli amatori del genere sinfonico invece nulla di meglio della sinfonia « La Pastorale » di Beethoven e dei preludi di Chopin.

Caratteristiche tecniche del'apparato impiegato per la recensione.

Giradischi professionale Garrard, testina rivelatrice Goldring a riluttanza variabile, equalizzazione RIAA (New Orthofonic). Preamplificatore con regolazione di volume a profilo (Loudness Control) amplificatore tipo Williamson da 30 W di uscita con disposizione ultralineare. Complesso di altoparlanti a combinazione mista labirinto reflex composto da: un altoparlante coassiale Tannoy (gamma 20 20.000 periodi), un altoparlante di « presenza » Stentorium da 9 pollici, tre altoparlanti da cono rigido per le note acute a disposizione stereofonica. Estensione dalla sala: circa 48 metri quadrati per 3,70 di altezza.

Edizioni Capitol
Disco T864
The Man I Love

Peggi Lee con orchestra diretta da Frank Sinatra

Le ultime edizioni della rivista « Perry Como Show », hanno fatto conoscere anche al pubblico italiano la grazia di interpretazione di Peggy Lee. E' un'attrice simpaticissima e piena di vita. Il suo stile è semplice disadorno ma anche per questo efficace ed incisivo. Questo disco le è interamente dedicato. In tutto 13 pezzi molto noti al pubblico americano e molto meno tra noi; tutti però curati ed eseguiti con evidente preparazione e serietà.

Il miglior pezzo, e senza dubbio il più noto, anche da noi, è « The Man I Love » di Gerwshin che intitola il disco.

L'interpretazione anche se piena di sentimento è eseguita con misura e delicatezza così come richiede il testo e secondo lo stile interpretativo di Peggy Lee.

Il complesso orchestrale è all'altezza della situazione, ben diretto ad eseguire i famosi arrangiamenti di Nelson Riddle.

Buona la pasta del disco ed efficace e « pulita » l'incisione.

Abbiamo invece notato qualche difetto nella ripresa su nastro di qualcuno dei pezzi. Capita a volte che la voce di Peggy non sia sufficientemente « stancata » dal piano orchestrale, ma si tratta di una sfumatura difficile da avvertire. Molto bella, di più, delicata e fine la copertina del disco.

Edizioni Capitol
Disco T870
This is Nat « King » Cole

La Capitol ha curato tutta una serie di dischi si può dire rappresentativi delle personalità degli artisti di maggior rilievo nella musica jazz contemporanea. Dopo Sinistra, di cui abbiamo recensito il disco in uno dei numeri scorsi, è la volta di Nat « King » Cole.

Il termine di « Re » gli fu conferito dal pubblico americano per la sicurezza e la capacità interpretativa del suo stile. Cole si rifà un poco alla vecchia maniera del primitivo jazz locale ed in questo sta in parte il segreto del suo successo.

I tredici pezzi qui raccolti sono una scelta delle migliori sue interpretazioni. Ricordiamo qui:

— Nothing Ever Changes My Love For You
— Dreams Can Tell A Lie
— That's All
— Forgiven My Heart
— Annabelle
— I Just Found Out About Love

Cole è sostenuto nel suo canto da una delle migliori orchestre americane: quella di Nelson Riddle che ha pure curato gli arrangiamenti. Veramente un bel disco che interesserà tutti gli amatori di jazz, oltre che quelli di musica leggera.

La ripresa su nastro è molto fedele e migliore di quella con cui è stato realizzato il disco di Peggy Lee. Buona l'incisione e la pasta del disco. Molto bella pure questa copertina.

Edizioni DGG
Disco LPM 18468 Hi-Fi
Ludwig Van Beethoven Sinfonia n. 6 in fa maggiore « Pastorale ».
Orchestra dei Concerti Lamoureux - Direttore Igor Markevitch.

A tutti gli amatori della buona musica non possono che interessare le nuove edizioni delle 9 sinfonie di Beethoven. Molti sono infatti coloro che dopo aver pazientemente accumulato un vasto repertorio in 78 giri si vedono ora costretti a rinnovarlo completamente a microsolco.

Appunto per venir incontro ai loro desideri ci siamo ripromessi di recensire sistematicamente tutte le migliori edizioni delle opere Beethoveniane. Abbiamo così già presentato il notissimo concerto per violino e orchestra e sia la nona che la terza sinfonia.

Ora è la volta di una delle più note ed affermate opere di Beethoven: la sesta sinfonia che senza dubbio è uno dei più bei pezzi di musica descrittiva che siano stati scritti per orchestra sinfonica.

Questa sua caratteristica d'altra parte fa sì che la si possa considerare come uno dei pezzi musicali meno difficili e più adatti per avvicinarsi alla composizione sinfonica di vasto respiro.

I tempi infatti sono tutti ben riconoscibili e si attagliano bene alle indicazioni fornite dai titoli: Gradevoli sensazioni all'arrivo in campagna (allegro ma non troppo), Scena al ruscello (andante molto mosso), allegra festa di contadini (allegro) temporale e tempesta (allegro), sentimenti di gioia e riconoscenza dopo la tempesta (allegretto). Igor Markevitch ha diretto molto bene i delicatissimi passaggi orchestrali che permettono gli effetti richiesti da questo tasto. Si vede ad esempio la « scena al ruscello » in cui la musica riproduce addirittura il mormorio dell'acqua.

L'incisione è all'altezza delle tradizioni della DGG e la pasta è praticamente perfetta.

Specie per chi si avvicina alla musica sinfonica questo è un disco da acquistare ad occhi chiusi.

LA CATENA DELLA FEDELTA' MUSICALE !!!

FESTIVAL

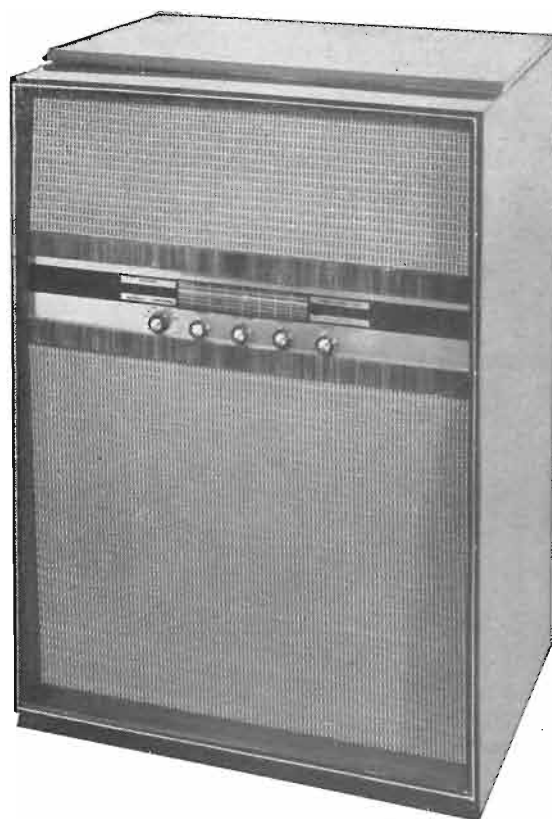
Il più imponente radiofono sinora presentato. Due mobili separati affiancabili o sovrapponibili, discoteca con piani in cristallo estraibili. Riproduzione acustica superba, ineguagliabile; soddisfa le esigenze dei più raffinati amatori di musica riprodotta. Tutte le più moderne applicazioni:

— preamplificatore ed amplificatore BF
— agganciamento automatico della stazione in FM
— prese ausiliarie per registratore e televisore
— selettore di canali acustici
— comandi del profilo fisiologico, toni alti e bassi, equalizzatore di registrazione.

Esecuzione di gran lusso.

— 15 Watts di potenza di uscita.
— Controllo visivo della potenza e della distorsione.

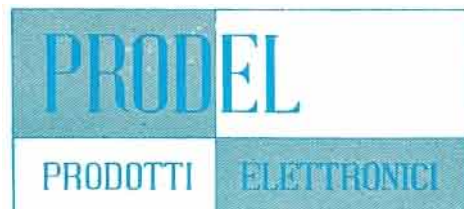
CONCERTO

— Apparecchio « Alta Fedeltà » in unico mobile consolle.
— Cassa acustica a chiusura ermetica (Sospensione pneumatica) brevettata.
— Tre altoparlanti.
— Tutti i dispositivi tecnici che distinguono un riproduttore Alta Fedeltà - Antifruscìo - Antifondo - Compensatore di canali - Regolatori visivi di tonalità.
— Qualità di riproduzione musicalmente perfetta.
— Viene fornito con sintonizzatore AM/FM, oppure solo fono.
— Potenza di uscita: 12 Watt.

MELODY
FONO - RADIO FM
Novità 1958

Apparecchio « Vera Alta Fedeltà » tanto in fono che in radio FM.

— 12 Watt di potenza in uscita.
— Amplificatore in controfase assolutamente lineare: 20 - 20.000 cps. a grande riserva di potenza.
— Tre altoparlanti incorporati (più una eventuale di riverberazione).
— Cassa acustica a chiusura ermetica (Sospensione pneumatica brevettata).
— Equalizzazione delle curve di registrazione.
— Testina a peso ridotto di elevata compiacenza.
— Dispositivo per la riproduzione stereofonica.

PRODEL

PRODOTTI ELETTRONICI

riproduttori acustici
serie Vera Alta Fedeltá

PRODEL S.p.A. milano via aiaccio, 3 - telef. 745477